



La biodiversidad en

Veracruz

estudio de estado

volumen II



La biodiversidad en
Veracruz
estudio de estado

volumen II





volumen II

DIVERSIDAD DE ESPECIES: CONOCIMIENTO ACTUAL

Coordinador y Editor General

Andrea Cruz Angón

Compilación y Edición científica

Francisco G. Lorea Hernández

Vicente Hernández Ortiz

Jorge E. Morales Mavil

La biodiversidad en Veracruz

estudio de estado

Primera edición, 2011

D.R. © 2011 Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Liga Periférico – Insurgentes Sur 4903 Parques del Pedregal, Tlalpan, 14010 México, D. F. <http://www.conabio.gob.mx>

D.R. © 2011 Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, Palacio de Gobierno, Av. Enríquez s/n. Col. Centro, CP 91000, Xalapa, Ver. Tel. (228) 841-8800. <http://portal.veracruz.gob.mx>

D.R. © 2011 Universidad Veracruzana, Dirección General Editorial, Hidalgo 9, Centro, Xalapa, Veracruz Apartado postal 97, CP 91000, Tel/fax (228) 818 59 80; 818 13 88, Xalapa, Ver., 91000, México. diredit@uv.mx

D.R. © 2011 Instituto de Ecología, A. C., Carretera antigua a Coatepec No. 351, El Haya, Xalapa, Veracruz, México. Teléfono (228) 841801. <http://www.inecol.edu.mx/>

ISBN: 978-607-7607-49-6 (obra completa)

ISBN: 978-607-7607-51-9 (volumen II)

Forma de citar:

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). 2011. *La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México.

Coordinación y Edición General:

Andrea Cruz Angón

Compilación y Edición Técnica y Científica:

Volumen I.- MEDIO FÍSICO: Margarita Soto Esparza; **CONTEXTO SOCIOECONÓMICO:** Hipólito Rodríguez Herrero y Eckart Boege Schmidt; **CONTEXTO NORMATIVO E INSTITUCIONAL:** Elisa E. de Jesús Sadas Larios, Wilfrido Márquez Ramírez, Martha E. Primo Castro; **DIVERSIDAD DE AMBIENTES:** Terrestres: Gonzalo Castillo Campos, Acuáticos: Ana Laura Lara Domínguez; **LA BIODIVERSIDAD Y ALGUNAS DE SUS AMENAZAS:** Eugenia J. Olguín Palacios; **TRANSFORMAR LAS AMENAZAS EN OPORTUNIDADES PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD:** Eugenia J. Olguín Palacios; **SISTEMAS PRODUCTIVOS EN VERACRUZ Y ALTERNATIVAS ECONÓMICAS SUSTENTABLES:** Cesáreo Landeros Sánchez; **Volumen II.- DIVERSIDAD DE ESPECIES,** Hongos y plantas: Francisco G. Lorea Hernández; Invertebrados: Vicente Hernández Ortiz; Vertebrados: Jorge E. Morales Mavil.

Seguimiento editorial:

Fernando Camacho Rico

Maquetación:

Aída Pozos Villanueva

Corrección de estilo:

Ana Bertha García Sepúlveda

Cuidado de la edición:

Aída Pozos Villanueva

Juan Corral Aguirre

Fernando Camacho Rico

Diseño:

Juan Arturo Piña Martínez (portada e interiores)

Enriqueta López Andrade (interiores)

Cartografía:

Capas originales proporcionadas por los autores

Diseño final: Fernando Camacho Rico

Revisión técnica de textos, listados de especies y mapas por parte de la Conabio:

Erika Daniela Melgarejo, Fernando Camacho Rico, María Eugenia González Díaz, Mariana Zareth Nava López, Verónica Aguilar Sierra, Cecilia Fernández Pumar, Ana Isabel González Martínez, Diana Hernández Robles, Ariadna Ivonne Marín Sánchez, Juan Manuel Martínez Vargas, Eduardo Morales Guillaumin, Elizabeth Moreno Gutiérrez, Susana Ocegueda Cruz, Rocío Villalón Calderón y Norma G. Moreno Díaz.

Cartografía:

Modelo Digital del Terreno: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) 1997. "Modelo Digital del Terreno de México". Escala 1:250,000. México.

Agradecimientos:

El Gobierno del Estado de Veracruz, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, la Universidad Veracruzana y el Instituto de Ecología, A.C. expresan su reconocimiento a todas aquellas instituciones y personas que colaboraron en la elaboración del presente Estudio de Estado, particularmente a Miguel Equihua, Ernesto Rodríguez Luna, Jaime Claudio Torres Nachón y Eivin San Roman, quienes participaron en el inicio de este proceso.

Impreso y hecho en México

Printed and made in Mexico



Presentación

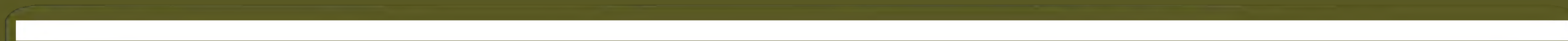
Dr. Javier Duarte de Ochoa
Gobernador del Estado de Veracruz

En 1992 se celebró en Río de Janeiro, Brasil, la conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo. A esta reunión se le conoce mejor como la Cumbre de la Tierra. En ella se firmaron dos acuerdos jurídicamente vinculantes de gran importancia ambiental: la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC por sus siglas en inglés) y el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), el cual es el primer acuerdo mundial enfocado en la conservación y en el uso sostenible de la biodiversidad. El CDB ganó con rapidez una aceptación generalizada: más de 150 gobiernos firmaron el convenio en el marco de la Cumbre de la Tierra y actualmente 193 países lo han ratificado. Tiene tres objetivos: la conservación de la biodiversidad, el uso sostenible de los componentes de la diversidad biológica y la participación justa y equitativa de los beneficios en la utilización de los recursos genéticos.

Esta obra de dos volúmenes, que presenta el Gobierno del Estado y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, en

estrecha colaboración con la Universidad Veracruzana, el Instituto de Ecología, A.C. y otras 25 instituciones, reúne por primera vez y de forma accesible para todo público los resultados del Estudio sobre Biodiversidad de Veracruz. Constituye un esfuerzo notable para establecer el estado del arte de la gran diversidad natural de la entidad y para atender parte de los compromisos que ha asumido nuestro país en la Estrategia Nacional de la Biodiversidad con la que da cumplimiento a los acuerdos del CDB.

En ese sentido, este material busca sumarse a los instrumentos que hemos puesto al alcance de los veracruzanos para revertir el deterioro ambiental ocasionado por el uso desmedido de los recursos naturales, el cual ha dejado visibles marcas en el territorio veracruzano. El manejo sustentable de los recursos naturales sólo puede hacerse a través del conocimiento de los mismos con el propósito de ofrecer, a nuestras futuras generaciones, las condiciones de bienestar y oportunidades de desarrollo para lograr un Veracruz naturalmente próspero.



Dr. José Sarukhán Kermez
Coordinador Nacional de la Conabio

El libro *La Biodiversidad en el estado de Veracruz: Estudio de Estado*, representa un avance significativo para la difusión del conocimiento sobre la diversidad biológica y su importancia para el desarrollo ecológicamente sostenible del estado de Veracruz.

Esta obra es un eslabón en la elaboración e instrumentación de la Estrategia Estatal sobre Biodiversidad, que tiene como objetivo fundamental conservar y hacer uso racional del capital natural, incluidos los servicios ambientales que ese capital provee en beneficio de la sociedad veracruzana. Asimismo, contribuye al cumplimiento de las actividades de instrumentación de la Estrategia Nacional sobre Biodiversidad del País, como parte de los compromisos adquiridos por México ante el Convenio sobre Diversidad Biológica (CBD).

Para Conabio ha sido un privilegio colaborar con el Gobierno del Estado de Veracruz, tanto con la extinta Secretaría de Desarrollo Social y Medio Ambiente, específicamente la Coordinación Gene-

ral de Medio Ambiente como con la recién creada Secretaría de Medio Ambiente, quien dio seguimiento puntual a esta iniciativa.

De manera especial resaltamos la participación de la Universidad Veracruzana y el Instituto de Ecología, A.C., quienes no sólo participaron en el diseño y edición final de esta obra, sino además destacados investigadores de ambas instituciones realizaron la compilación y edición técnica y científica de las distintas secciones que constituyen el estudio.

Agradecemos el compromiso y dedicación de los 220 autores pertenecientes a más de 25 instituciones, sin los cuales no hubiera sido posible la elaboración de este libro y los felicitamos por la cristalización de este gran esfuerzo. Asimismo, los invitamos a participar en la futura elaboración e implementación de la Estrategia Estatal sobre Biodiversidad del Estado de Veracruz.

El apoyo de la Agencia Española para la Cooperación y el Desarrollo (AECID), a través del proyecto Estudios y estrategias de biodiversidad de Chiapas,

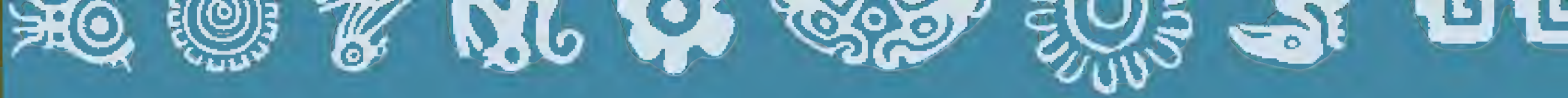
Puebla y Veracruz, fue fundamental para lograr la publicación de esta obra y seguirá siendo muy importante para la siguiente etapa de formulación de la Estrategia Estatal de Conservación y Uso de la Biodiversidad de Veracruz.

Esta publicación, es indudablemente, una contribución con información confiable acerca de la situación actual del estado de la biodiversidad en el Estado de Veracruz que las autoridades, académicos, comunidades locales, grupos indígenas y la sociedad en general, podrán consultar y utilizar como elemento base para la toma de decisiones y en el diseño de estrategias de planeación, en beneficio del desarrollo integral de nuestra sociedad.

Si bien el Estudio de Estado es una “fotografía instantánea” del conocimiento y estado de conservación de la biodiversidad en Veracruz, como línea de base para visualizar el proceso de cambio y modi-

ficación de los ecosistemas, es necesario mantener los esfuerzos para continuar desarrollando la formulación de la estrategia estatal de biodiversidad que ya ha dado inicio y posteriormente su implementación con diversas acciones, entre las que esperamos y deseamos que den constitución a una comisión estatal de biodiversidad, a semejanza de Conabio.

El conocimiento integrado dista de estar completo y es necesario se vaya incrementando. Tengo la seguridad que instituciones locales asegurarán la continuidad de los esfuerzos en ampliar el conocimiento de la biodiversidad, identificar y registrar los cambios que experimenta y apoyarán la difusión de esta obra; solo de esta manera se logrará su aplicación y utilidad para las instituciones gubernamentales y para la sociedad del estado de Veracruz, lo que asegure la conservación y uso sustentable de la biodiversidad.



Contenido

5	Presentación del C. Gobernador del Estado de Veracruz Dr. Javier Duarte de Ochoa
7	Presentación del Coordinador Nacional de la Conabio Dr. José Sarukhán Kermez
15	Introducción Fernando Camacho Rico y Andrea Cruz Angón

VOLUMEN II

CONTEXTO, DIVERSIDAD DE ESPECIES, CONOCIMIENTO ACTUAL Y ESTADO DE CONSERVACIÓN

SECCIÓN VIII DIVERSIDAD DE ESPECIES

HONGOS Y PLANTAS	
21	Resumen Ejecutivo Francisco G. Lorea Hernández
23	Morillas, gachupines, trufas y hongos relacionados (Ascomicetes) Rosario Medel Ortiz Santiago Chacón Zapata
33	La diversidad de los hongos del género <i>Psilocybe</i> Gastón Guzmán
41	Hongos microscópicos: especies en restos vegetales y del suelo Gabriela Heredia Abarca Rosa María Arias Mota Sergio Alberto Gómez Cornelio

- 51 **Macroalgas bentónicas marinas: conocimiento actual**
 Araceli Ramírez Rodríguez
 Roberto Blanco Pérez
- 59 **Diversidad de microalgas marinas y de aguas salobres**
 Yuri B. Okolodkov
 Roberto Blanco Pérez
- 71 **Diversidad de especies de algas epífitas marinas**
 Araceli Ramírez Rodríguez
 Roberto Blanco Pérez
 Yuri B. Okolodkov
- 77 **Microalgas dulceacuícolas**
 Gabriela Vázquez
 Roberto Blanco Pérez
- 89 **Los musgos, Veracruz y el corredor florístico del Golfo**
 Claudio Delgadillo Moya
- 97 **Helechos y licopodios**
 Daniel Tejero-Díez
 Alin Torres-Díaz
 John T. Mickel
 Klaus V. Mehlreter
 Thorsten Krömer
- 117 **Nuestro conocimiento sobre la diversidad de las cícadas**
 (Zamiaceae, Cycadales)
 Andrew Peter Vovides Papalouka
 Jorge Arturo González-Astorga
 Miguel Ángel Pérez-Farrera
- 129 **Angiospermas acuáticas**
 Antonio Lot Helgueras
 Martha Olvera García
- 141 **Aguacatillos y especies afines (Lauraceae)**
 Francisco G. Lorea-Hernández
- 149 **Plantas parásitas: diversidad y hospederos de las familias**
 Loranthaceae y Viscaceae
 Héctor Oliva Rivera
 Ivonne Landero Torres
 Joaquín Murguía González
- 159 **La familia Convolvulaceae**
 Eleazar Carranza González
- 165 **Diversidad de los pastos y bambúes (Gramineae)**
 María Teresa Mejía-Saulés
 Patricia Dávila Aranda

- 177 **Diversidad y distribución de las bromeliáceas**
Mario Adolfo Espejo-Serna
Ana Rosa López-Ferrari
- 191 **Las orquídeas**
Carlos Javier García-Cruz
Victoria Sosa
- 201 **La diversidad de las plantas con semillas de la flora veracruzana**
Francisco G. Lorea Hernández
Carlos Durán Espinosa
Claudia Gallardo Hernández
Maricruz Peredo Nava

INVERTEBRADOS

- 213 **Resumen Ejecutivo**
Vicente Hernández-Ortiz
- 217 **Esponjas marinas y de agua dulce (Porifera)**
Patricia Gómez López
- 225 **Crinoideos, estrellas, ofiuros, erizos y pepinos de mar (Echinodermata)**
Francisco A. Solís-Marín
Alfredo Laguarda-Figueras
- 235 **Helmintos parásitos de peces (Platyhelminthes, Acanthocephala y Nematoda)**
Guillermo Salgado Maldonado
- 247 **Gusanos anillados marinos (Annelida: Polychaeta)**
Alejandro Granados Barba
- 259 **Lombrices de tierra (Annelida: Oligochaeta)**
Carlos E. Fragoso González
- 269 **Arañas (Chelicerata: Arachnida: Araneae)**
Guillermo Ibarra Núñez
- 277 **Crustáceos con bolsa incubadora (Crustacea: Malacostraca: Peracarida)**
Ignacio Carlos Winfield Aguilar
Manuel Ortiz Touzet
- 287 **Camarones y cangrejos dulceacuícolas y marinos (Crustacea: Decapoda)**
Fernando Álvarez Noguera
José Luis Villalobos
Sergio Cházaro-Olvera
- 295 **Libélulas (Insecta: Odonata)**
Enrique González-Soriano
Rodolfo Novelo-Gutiérrez

- 307 **Trips (Insecta: Thysanoptera)**
Roberto M. Johansen-Naime
Aurea Mojica-Guzmán
- 319 **Psócidos (Insecta: Psocoptera)**
Alfonso N. García Aldrete
- 327 **Chinches: Lygaeoidea (Insecta: Heteroptera)**
Luis Manuel Cervantes Peredo
Harry Brailovsky Alperowitz
- 339 **Mariposas diurnas: Papilionoidea y Hesperioidea (Insecta: Lepidoptera)**
Moisés Armando Luis Martínez
Jorge Enrique Llorente Bousquets
Isabel Vargas Fernández
Fernando Hernández-Baz
- 355 **Palomillas tigre (Insecta: Lepidoptera: Arctiidae)**
Fernando Hernández-Baz
- 361 **Gorgojos de las semillas (Insecta: Coleoptera: Bruchidae)**
Jesús Romero Nápoles
- 367 **Descortezadores y barrenadores (Insecta: Coleoptera: Scolytidae)**
Armando Equihua-Martínez
Edith Guadalupe Estrada-Venegas
Armando Burgos-Solorio
- 371 **Escarabajos de la madera (Insecta: Coleoptera: Passalidae)**
Pedro Reyes-Castillo
- 383 **Escarabajos coprófagos y necrófagos (Insecta: Coleoptera: Scarabaeidae)**
Aristeo Cuauhtémoc Deloya López
- 391 **Escarabajos de mayo y mayates (Insecta: Coleoptera: Melolonthidae)**
Miguel Angel Morón Ríos
César Vicente Rojas Gómez
- 399 **Mosquitos (Insecta: Diptera: Culicidae)**
Sergio Ibáñez-Bernal
Fredy Severo Mendoza Palmero
Ruth Areli Hernández-Xoliot
- 405 **Chaquistes (Insecta: Diptera: Simuliidae)**
César Antonio Sandoval-Ruiz
Sergio Ibáñez-Bernal
- 411 **Moscas de la fruta (Insecta: Diptera: Tephritidae)**
Vicente Hernández-Ortiz
- 421 **Avispas con aguijón (Insecta: Hymenoptera: Aculeata)**
Alejandro González Hernández
James M. Carpenter

431	Hormigas (Insecta: Hymenoptera: Formicidae) Patricia Rojas Fernández
441	Avispas Ichneumonoidea (Insecta: Hymenoptera) Alejandro González Hernández J. Refugio Lomelí-Flores Enrique Ruíz Cancino
449	Insectos comestibles Julieta Ramos-Elorduy B. Ivonne Landero-Torres José Manuel Pino Moreno Héctor Oliva Rivera
457	Coleópteros micetobiontes (Insecta: Coleoptera) Luis Leonardo Delgado Castillo José Luis Navarrete-Heredia
469	Escarabajos del estiércol en la selva fragmentada de Los Tuxtlas, Veracruz Alfonso Díaz Rojas Eduardo Galante Mario Enrique Fávila Castillo
483	Gorgojos del frijol y el uso de parasitoides para su control Arturo Bonet Ceballos Carlos O. Morales César Vicente Rojas Gómez
VERTEBRADOS	
492	Resumen Jorge E. Morales Mávil
495	Los peces dulceacuícolas Norman Mercado-Silva
505	Diversidad íctica de los ambientes costeros y plataforma continental Ana Laura Lara Domínguez Jonathan Franco López Carlos Bedia Sánchez Luis G. Abarca Arenas Silvia Díaz Ruiz Arturo Aguirre León Carlos González-Gándara Manuel Castillo-Rivera
517	Anfibios Salvador Guzmán-Guzmán Jorge E. Morales-Mávil Eduardo O. Pineda Arredondo

- 531 **Reptiles: Diversidad y conservación**
Jorge E. Morales-Mávil
Salvador Guzmán-Guzmán
Luis Canseco-Márquez
Gonzalo Pérez Higareda (†)
Alberto González-Romero
Richard C. Voght
- 545 **Endemismo de la herpetofauna: Análisis y problemáticas**
Leticia Ochoa Ochoa
Oscar Flores-Villela
- 559 **Aves: Diversidad, distribución y conservación**
Julio César Gallardo del Ángel
Sergio Humberto Aguilar Rodríguez
- 579 **Mamíferos: Distribución, endemismo y estado de conservación**
Alvar González Christen
- 593 **La conservación de la diversidad de mamíferos medianos: Importancia de los cafetales**
Sonia Gallina Tessaro
Alberto González-Romero
Jorge García-Burgos
- 601 **La fragmentación del paisaje y la pérdida del hábitat, sus efectos sobre comunidades de murciélagos**
Guillermo Vázquez-Domínguez
Jorge Galindo-González
Rafael Flores-Peredo
- 611 **Diversidad y conservación de mamíferos marinos**
Arturo Serrano
Ibiza Martínez-Serrano
Leonel Zavaleta-Lizárraga
- 623 **Presencia del manatí (*Trichechus manatus manatus*) en el sistema lagunar de Alvarado y programa para su conservación**
Blanca Elizabeth Cortina Julio
Enrique Portilla Ochoa
- 629 **Análisis regional de las principales amenazas para las especies de mamíferos incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001**
Arturo Hernández Huerta
Christian Delfín Alfonso
Vinicio de J. Sosa Fernández
- 647 **NUESTROS AUTORES**



Introducción

Fernando Camacho Rico
y Andrea Cruz Angón

En este segundo volumen de *La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado* se presenta, de forma sintética, buena parte de la información con la que se cuenta hasta el momento sobre las especies de los principales grupos biológicos que ocurren en el estado. El objetivo es poner a disposición de un público más amplio, un inventario de la biota veracruzana sobre la cual se desarrollan análisis de su distribución espacial en el territorio de Veracruz y se indaga sobre sus principales amenazas y oportunidades de conservación.

EL CONCEPTO DE ESPECIE

Debido a que este segundo volumen tiene como base conceptual a la especie, se consideró necesario hacer una breve revisión del concepto con el fin de proveer al lector de un contexto muy básico y general, aunque estamos conscientes de las limitaciones que el tratar un tema tan complejo en un texto tan breve puede tener.

La especie es la unidad básica de la clasificación taxonómica y es el nivel más conocido de la diversidad biológica (Levin, 1979; Mayden, 1997). Se puede definir a las especies como grupos de poblaciones que se entrecruzan y tienen descendencia fértil, que comparten una serie de rasgos distintivos y que evolucionan de forma separada (Perfectti, 2002). Sin embargo, la definición anterior no integra, por ejemplo, a las especies que no tienen reproducción sexual como muchos microorganismos (bacterias y otros). Es tal vez por esto que es uno de los conceptos que suscita mayor controversia en el área de la biología, debido a la amplia constelación de formas en las que se ha expresado la vida en el planeta desde su origen. Por esta razón, dependiendo del enfoque disciplinario dentro de la biología existen conceptos de especie moldeados según el punto de vista con el que se trabaje: ej. el taxonómico, el paleontológico, el biogeográfico y el ecológico, entre otros (Mayden, 1997; Brent, 1999). Es importante aclarar al lector que de forma general los autores usaron el concepto biológico de especie

como base para desarrollar las contribuciones que se presentan en esta obra.

La historia del concepto de especie es compleja. La mayor parte de las sociedades desde los principios de la historia de la humanidad han clasificado a los seres vivos con base en sus similitudes morfológicas (Sharma, 2009). En la antigua Grecia, Platón planteó que un dios fue el que creó en primera instancia a los arquetipos (algo similar al concepto de especie actual), colocándolos en el *eidos* o mundo de las ideas y posteriormente este dios creó a los seres vivos como sus copias imperfectas (Valencia, 1991). Este concepto se mantuvo sin mayores cambios durante mucho tiempo. ¡No fue sino hasta casi mil años después que el concepto de especie comenzó a cambiar!, John Ray, naturalista inglés, en su *Historia Plantarum* (1866), propuso la perpetuación de los caracteres esenciales de las plantas a través de la reproducción, como un criterio para la diferenciación entre las especies vegetales (Valencia, 1991). Posteriormente, George Louis Leclerc, Conde de Buffon (1791), definió a la especie como “el conjunto de individuos capaces de engendrar descendencia” lo que posteriormente se conocería como

especie biológica. En 1859, Charles Darwin publicó *El origen de las especies por medio de la selección natural o la preservación de las razas favorecidas en la lucha por la vida*, con el cual el concepto de especie incorporó la noción de cambio a través del tiempo (evolución), lo que transformó todo el pensamiento de la sociedad de entonces, incluyendo los ámbitos científico, social y económico. Actualmente existen varios conceptos de “especie” que la comunidad científica ocupa con la finalidad de incluir a todos los organismos biológicos, pero debido a la complejidad tanto de estructuras, como historias de vida y metabolismos, la clasificación de los seres vivos es un reto continuo para la biología.

LOS SERES VIVOS
Y LAS MANERAS DE CLASIFICARLOS

Carlos Linneo desarrolló el sistema universal de clasificación de los seres vivos (1758) que se utiliza en la actualidad, y que está conformado por siete categorías jerárquicas principales y varias subcategorías incluyentes: 1) Reino, 2) Phylum, 3) Clase,

Reino	Plantae	
Subreino	Tracheobionta	
División	Equisetophyta	
Clase	Pinales	
Orden	Pinales	
Familia	Pinaceae	
Género	Pinus	
Especie	Pinus hartwegii (pino)	

Reino	Animalia	
Phylum	Chordata	
Subphylum	Vertebrata	
Clase	Mammalia	
Subclase	Theria	
Infraclass	Eutheria	
Orden	Primates	
Familia	Cebidae	
Género	Ateles	
Especies	Ateles geoffroyi (Mono araña)	

FIGURA 1. Clasificación taxonómica de dos especies que se distribuyen en Veracruz, *Pinus hartwegii* (pino) y *Ateles geoffroyi* (mono araña). (FUENTE: Sistema Integrado de Información Taxonómica-México (SIIT*mx), Conabio, 2010) (FOTOS: *Pinus hartwegii* de Claudia Gallardo y *Ateles geoffroyi* de Jorge E. Morales Mávila).

4) Orden, 5) Familia, 6) Género y 7) Especie. La base de la clasificación propuesta por Linneo se centra en un sistema de nomenclatura binomial, el cual nombra a las especies con un epíteto genérico (comúnmente se le llama género) y un epíteto específico (o especie) (Figura 1). Este sistema evita las confusiones que podrían darse por el uso de nombres vernáculos o comunes, los cuales no sólo varían de región en región, sino en función de la concepción y cosmovisión que se tenga de la naturaleza.

En los textos técnicos o científicos generalmente se usa este sistema para nombrar a las especies. En este volumen los autores hicieron un esfuerzo por utilizar tanto la nomenclatura científica (sistema binomial), como el nombre común de las especies con el fin de facilitar a los lectores no familiarizados con la literatura especializada la identificación de los organismos por su nombre común.

LA INFORMACIÓN DE ESTE VOLUMEN

En cada uno de los capítulos que integran las distintas secciones de este libro, se buscó contar con la información básica acerca de los principales grupos de hongos, plantas, invertebrados y vertebrados, como el número de especies, su distribución geográfica, su importancia ecológica, económica y cultural, identificando a las especies endémicas, es decir, aquellas que únicamente ocurren en Veracruz y algunas de sus principales amenazas.

Este volumen compila varias décadas de trabajo de 114 investigadores y expertos pertenecientes a 22 instituciones, tanto nacionales como extranjeras, aunque, como se mencionó en la introducción del Volumen I, este primer esfuerzo de recopilación tiene vacíos de información importante, por ejemplo trabajos en grupos de microorganismos como bacterias y protozoarios. Lo anterior hace evidente la necesidad de fortalecer la investigación científica en Veracruz, especialmente para grupos taxonómicos

poco conocidos. Esfuerzos posteriores de compilación del conocimiento biológico del estado deberán enfocarse en llenar los vacíos no cubiertos en este primer ejercicio de recopilación de información.

LITERATURA CITADA

- BRENT D. 1999, "Getting Rid of Species?" En R. Wilson (Ed.). *Species: New Interdisciplinary Essays*. MIT Press. 1999.
- LEVIN, D. A. 1979, "The nature of plant species" *Science* 204: 381-384.
- MAYDEN, R. L. 1997. "A hierarchy of species concepts: the denouement in the saga of the species problem". En Hawah M.F. y Wilson M.R. (Eds.). *Species: the units of biodiversity*, Chapman and Hall, London.
- PERFECTTI F. 2002. "Especiación: modos y mecanismos" En Soler M. *Evolución: La base de la biología* Proyecto Sur. España.
- SHARMA O.P. 2009. *Plant Taxonomy*. McGraw-Hill Publishing New Delhi.
- VALENCIA S. 1991. "El problema de la especie". *Ciencias* 24. UNAM.



SECCIÓN VIII

Diversidad de Especies



Werahuia noctiflora (Foto: T. Krömer)



HONGOS Y PLANTAS

RESUMEN EJECUTIVO

Francisco G. Lorea Hernández

Todos los grandes grupos de organismos tradicionalmente reconocidos por la botánica están presentes en la geografía del estado de Veracruz; los hongos, las algas, las briofitas (musgos y grupos afines), las pteridofitas (helechos y grupos relacionados) y las plantas con semillas. Si bien esta clasificación es meramente artificial, puesto que no todos los grupos antes señalados representan linajes individuales, por ser de reconocimiento casi popular sirve para acotar algunos datos sobre la diversidad vegetal en el estado.

Ante todo hay que decir que los hongos no son plantas. Su inclusión en esta sección obedece más a una sinrazón práctica organizativa del libro que a su cercanía con el mundo vegetal. Los hongos, por ser heterótrofos (organismos que obtienen su energía y materiales constitutivos a partir de la materia de otros organismos), están estrechamente relacionados con lo que llamamos los animales y se agrupan en varias líneas evolutivas cuyo origen deviene de hace más de mil millones de años, de las que los ascomicetos y los basidiomicetos son las más conocidas. En esta sección se

comenta la diversidad de los ascomicetos, un género interesante de basidiomiceto y la diversidad conocida de los hongos microscópicos del suelo y restos vegetales (que en su mayoría pertenecen a los deuteromicetos) en Veracruz, para un total de 865 especies. Si bien hay varios hongos que son parásitos, en general son organismos que participan en la importante labor de degradación de materia orgánica y la reincorporación de elementos minerales al suelo.

Las plantas de manera general son organismos autótrofos (ellos mismos fabrican los materiales de los que se forman, utilizando la energía química que acumulan transformando la energía lumínica del sol). Las algas representan a las plantas más antiguas (algunas con una historia que rebasa los 1 500 millones de años); son organismos que, desde el punto de vista biológico, comparten el completar todo su ciclo de vida en el agua. Se reconocen más de 12 líneas evolutivas independientes de algas, siendo las verdes (clorofitas), pardas (feofitas), diatomeas (bacilariofitas), desmídeas (conjugatofitas) y rojas (rodofitas) los grupos más diver-

sos. En el presente repaso de la diversidad ficológica en Veracruz, no se aborda su análisis desde una perspectiva taxonómica, sino a través de los gremios ecológicos que establecen en diferentes ambientes, como el fitoplancton marino, el bentos vegetal marino, el fitoplancton dulceacuícola y las comunidades epífitas marinas, comentando en conjunto cerca de 1 500 especies. Las algas son la base de la ecología de los ecosistemas acuáticos, ellas proveen el alimento que sostiene toda la fauna de los mares, lagos y ríos; sin su presencia no habría vida en los cuerpos de agua. También son importantes por las variadas materias primas que se obtienen de diversas especies.

Las briofitas (musgos y plantas afines) derivan de las plantas terrestres (embriofitas) más primitivas, que se originaron hace poco más de 450 millones de años. Se caracterizan, en general, por carecer de tejidos especializados para la conducción de agua y nutrimentos dentro de su cuerpo. Actualmente se reconocen dos líneas evolutivas distintas y de ellas se comenta aquí la diversidad del subgrupo más familiar de este tipo de plantas, el de los musgos, representado por 536 especies en la geografía veracruzana. Junto con otras briofitas, los musgos son importantes ecológicamente por incluir varias especies que son pioneras en el establecimiento de una nueva cobertura vegetal en sitios degradados o en secciones nuevas de corteza terrestre (como la roca desnuda de una erupción volcánica). De igual manera, en algunos ambientes constituyen la mayor biomasa vegetal a nivel del suelo o como epífitas en troncos, ramas y aun hojas de otras plantas.

Del grupo de las pteridofitas se reconocen hasta ahora 557 especies en Veracruz. Estas plantas pertenecen a dos líneas evolutivas de las llamadas plantas vasculares (por presentar verdaderos sistemas de tejidos especializados en la conducción de agua y nutrimentos) cuya historia se inició alrededor de 425 millones de años atrás. Desde el punto de vista de la biología, son interesantes por la amplia diversidad de formas de vida y morfología alcanzadas durante su evolución. A su vez, las especies de este tipo de plantas constituyen una frac-

ción importante de las hierbas en algunas regiones semiáridas, sobre rocas o suelos con vegetación secundaria, pero principalmente como organismos epífitos en ambientes húmedos de montaña. Varias especies, en particular de los helechos, son apreciadas en jardinería por la estructura delicada o extravagante de sus hojas.

Las plantas que producen semillas (espermatofitas) como medio principal de reproducción aparecieron hace 360 millones de años. De este grupo existen 5 908 especies creciendo naturalmente en Veracruz; 39 de ellas corresponden a representantes de líneas evolutivas donde las semillas tienen una sola capa cubriendo al embrión (los pinos, las cícadras y especies afines) y el resto de las especies (5 869) corresponde a plantas en que las semillas tienen dos capas (todas las plantas que presentan flores). Como sea, en conjunto las plantas con semillas son el grupo vegetal más diverso y abundante en el territorio veracruzano (y también en el mundo). Su importancia reside no sólo en que dominan el componente vegetal de los ecosistemas terrestres, con todas las implicaciones ecológicas que ello significa, sino además porque muchas de ellas son utilizadas para diferentes propósitos humanos, ya sea directamente o como materias primas para obtener otros productos mediante procesos industriales. Además de presentarse una síntesis de la diversidad de todo el grupo, en esta sección se analizan por separado siete familias, que abarcan cerca de 1 050 especies y dan muestra de lo interesante que es esta parte de la flora veracruzana, biológicamente hablando, sus usos y las amenazas existentes para su conservación.

Conocer la diversidad biológica de nuestro entorno es fundamental para entender la evolución del mismo, a la vez que para conocer sus relaciones ecológicas y así poder diseñar estrategias y soluciones para la conservación de este recurso. La muestra de la flora veracruzana que en esta sección se documenta (casi 9 000 especies), confirma el gran tesoro biológico que crece en esta parte del territorio mexicano. Estar conscientes de su presencia y singularidad es el primer paso para luchar por conservarlo.

Morillas, gachupines, trufas y hongos relacionados (Ascomicetes)



Rosario Medel Ortiz
Santiago Chacón Zapata

INTRODUCCIÓN

Los ascomicetes son hongos que deben su nombre a la presencia de un saco o *asca*, donde se forman las esporas (unidades de reproducción), en general en número de ocho, aunque también hay con cuatro o con esporas múltiples. El *asca* es la estructura que distingue a los ascomicetes de los otros grupos de hongos; presentan diversas formas: discos, copas, esféricos, espatuliformes, auriculares, como colmenas o en forma de silla de montar, cerebri-formes, pustuliformes y aplanados, entre otras. Los colores varían de rojo brillante, naranja, rojizo, lila, morado, amarillo, blanco, gris, café en varios tonos y negro. Su tamaño oscila desde muy pequeño (como las levaduras, que son unicelulares) hasta 15-30 cm en el caso de algunas especies de *Morchella* o “mazorquitas”, como se conoce a estos hongos.

DISTRIBUCIÓN

Son cosmopolitas, forman el mayor grupo de hongos en cuanto a número de géneros y especies, pueden ser saprobios (crecen sobre restos orgánicos de diversas clases), simbios (asociados a las raíces de los árboles formando micorrizas o asociados con algas con las que forman los líquenes, o tener una forma endofita) y parásitos de plantas; estos últimos reciben nombres como “roñas”, “lepras” “tizones”, “cenicillas pulverulentas”.

USOS E IMPORTANCIA

En este grupo se encuentra el “cornezuelo del centeno” de donde se aisló por primera vez el LSD (ácido lisérgico), droga muy potente usada en medicina y psiquiatría. Algunas especies contaminan los alimentos y son conocidos como “mohos” negros y verdes. De estos hongos fue aislada la penicilina y existen muchas especies que son usa-

das en la industria de los vinos, pan, cerveza y quesos además de tener uso industrial. Pertenecen a este grupo los hongos comestibles más apreciados y más caros del mundo: las trufas, además de algunos otros que son objeto de venta en mercados de México y que son conocidos con los nombres populares de “colmenas”, “elotitos”, “mazorquitas”, “gachupines”, “calaveritas”, por mencionar algunos nombres populares (Guzmán, 1997).

Los ascomicetes en México están poco estudiados a pesar de que, como ya se mencionó, son el grupo con el mayor número de especies de todos los hongos (más de 32 000 especies, según Kirk *et al.*, 2001). A la fecha no existe una cifra que indique la diversidad potencial de ascomicetes en México o Veracruz. La única aproximación realizada por Guzmán (1998) sugirió que en México podrían existir unas 200 000 especies de hongos, de las cuales 14 000 especies de macromicetos (hongos macroscópicos) estarían presentes en Veracruz. Concretamente para los ascomicetes, el número real de especies conocidas en México hasta 1996 era de 569, de las cuales 135 fueron citadas de la entidad (Medel *et al.*, 1999). En Veracruz, este grupo representa el segundo mejor conocido después de los basidiomicetos (Guzmán, 1998a).

Los primeros registros bibliográficos de ascomicetes en el estado datan de 1851, con la cita de *Heterosphaeria patella* y *Midotis patella* (Fries, 1851). Sin embargo, fue hasta la década de los setenta del siglo pasado, cuando se iniciaron formalmente los estudios sobre ascomicetes de Veracruz. García Romero *et al.* (1970), Chacón y Guzmán (1983c) y Medel *et al.* (1999) contribuyeron a actualizar el conocimiento de este grupo en el estado. De estas contribuciones se observó que es de la región central de la entidad de donde procede la mayoría de los registros debido, en gran parte, a razones históricas y a la presencia de centros de investigación y enseñanza establecidos desde hace algunas décadas en dicha

región (Medel *et al.* 1999). La presente contribución está basada en una revisión bibliográfica exhaustiva desde 1851 hasta el año 2006.

DIVERSIDAD

En el apéndice VIII.1, se presenta en orden alfabético el listado de las 217 especies conocidas en la entidad. Esta cifra podría representar el 1.5 % de las 14 000 especies de macromicetos que se supone estarían presentes en Veracruz (Guzmán, 1998), sin embargo, como se discutirá más adelante, el número de especies potencialmente presentes en la entidad podría ser mayor. También se presentan datos sobre el sustrato donde se encontraron creciendo los hongos. Se presenta el análisis del conocimiento a nivel de grupo y para cada una de las especies; las referencias bibliográficas son citadas en el apéndice VIII.1, en orden alfabético y cronológico. Al mismo tiempo se analizó la presencia de ascomicetes de acuerdo con los tipos de vegetación señalados (BM, VT, BC, BE, BPE, sd=sin datos) reportados en la literatura.

Se conocen para el estado de Veracruz 217 especies de ascomicetes, que incluyen 13 variedades y dos formas, comprendidas en 13 órdenes y 74 géneros (apéndice). Los hongos conocidos como “deditos de palo negros” (género *Xylaria*) con 27 especies, *Hypoxylon* con 19, “cenicillas” (*Meliola*) con 17 y “gachupines” (*Helvella*) con 15, son los mejor representados. Una síntesis de los órdenes, géneros y número de especies conocidas se presenta en el cuadro 1, el arreglo taxonómico seguido es el propuesto por Kirk *et al.* (2001). Los órdenes que más especies presentaron fueron los Xylariales (82), Pezizales (58), Meliolales (26), Helotiales (20) e Hypocreales (17), pero fueron los Pezizales, Xylariales y Helotiales los que tuvieron el mayor número a nivel de géneros con 24, 16 y 13, respectivamente.

CUADRO 1. Órdenes y número de especies de ascomicetes registrados en el estado de Veracruz

ÓRDENES	NÚM. DE GÉNEROS	ESPECIES REGISTRADAS
1) Boliniales	1	1
2) Diaporthales	2	2
3) Dothideales	1	2
4) Erysiphales	1	1
5) Helotiales	13	20
6) Hypocreales	6	17
7) Meliolales	4	26
8) Ostropales	2	2
9) Pezizales	24	58
10) Phyllachorales	1	1
11) Rhytismatales	1	1
12) Sordariales	3	4
13) Xylariales	16	82
TOTAL	75	217

Con relación al tipo de vegetación en el cual se han encontrado creciendo las especies, en el cuadro 2 se presentan los tipos de vegetación y el número de registros por cada uno de ellos. El bosque mesófilo de montaña y la vegetación tropical¹ fueron las categorías en las que se encontró el mayor número de especies con 108 y 85, respectivamente. Por qué el bosque mesófilo de montaña presenta el mayor número, se debe a la convergencia tanto de especies tropicales como boreales, además de que este bosque ocupa gran parte de la zona central del estado y posee varias especies típicas, como son: *Sarcoscypha coccinea* (figura 1), *Leotia lubrica* (figura 2), *Morchella rufobrunnea* (figura 3), *Chlorociboria aeruginascens* (figura 4), *Plectania rhytidia*, *P. platensis* y algunas especies de los géneros *Lachnum*, *Helotium* y *Xylaria persicaria*, una especie asociada a los frutos secos de *Liquidambar styraciflua* L., una especie arbórea típica del bosque

mesófilo. Los Xylariales representados por *Xylaria*, *Hypoxylon*, *Camillea* y *Daldinia*, en orden de importancia numérica, son elementos significativos en la vegetación tropical así como especies del género *Cookeina*, *C. tricholoma* y *C. speciosa* (figuras 5 y 6). Todos ellos, como la gran mayoría de hongos tropicales, son lignícolas.

CUADRO 2. Número de especies de hongos ascomycetos registradas en el estado de Veracruz de acuerdo al tipo de vegetación

TIPO DE VEGETACIÓN	NÚM. DE ESPECIES
Bosque mesófilo de montaña	108
Vegetación tropical	85
Bosque de coníferas	25
Bosque de encino	12
Sin datos	13
Bosque de pino-encino	3

FIGURA 1. “Cazuelita de palo” (*Sarcoscypha coccinea*), hongo que crece en el bosque mesófilo, su color rojo escarlata es muy vistoso (Foto: S. Chacón).

¹ Incluye bosque tropical perennifolio, selva baja y mediana subperennifolia y en algunas citas sólo se menciona “vegetación tropical” sin especificar el tipo de bosque.



FIGURA 2. “Gelatinosito de patita” es el nombre que reciben los hongos de este tipo (*Leotia lubrica*), se les encuentra en el bosque mesófilo de montaña y bosque de encino (Foto: S. Chacón).

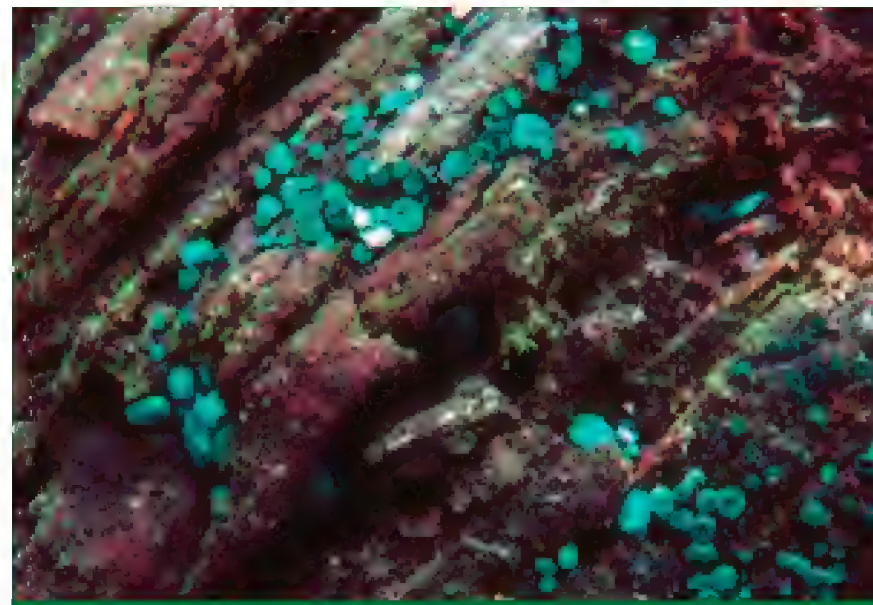


FIGURA 4. *Chlorociboria aeruginascens* es un ascomicete común, en el bosque mesófilo, que mancha el sustrato donde crece de un llamativo color azul-verde (Foto: S. Chacón).



FIGURA 3. En la parte central de México y en Veracruz estos hongos reciben el nombre de “mazorquitas” (*Morchella rufobrunnea*), son comestibles y objeto de venta en mercados (Foto: S. Chacón).

En los bosques de coníferas la mayoría de las especies encontradas pertenecen al orden de los Pezizales, en especial *Aleuria*, *Helvella* y *Gyromitra*. En el bosque de encino, a veces en ecotono con el mesófilo de montaña, se encontró un importante número de ascomicetes fitopatógenos, en donde la mayoría corresponde a especies del orden Meliolales, cuyos hospederos principales son hojas de encinos y otros arbustos y herbáceas.



FIGURAS 5 y 6. Estos hongos son comestibles y prosperan en las regiones tropicales, se trata de *Cookeina sulcipes* (arriba) y *C. tricholoma* (abajo) (Fotos: S. Chacón).

Tomando en cuenta el tipo de sustrato donde se encontraron creciendo estos hongos, en el cuadro 3 se presentan los siete sustratos identificados, las especies que crecen sobre madera (lignícolas) fueron las más abundantes con 122 especies, las que se encontraron sobre hojas (folícolas) sumaron 33, las que crecían directamente sobre suelo (terricolas) presentaron 23 y las que habitan en el humus (humícolas) 22 especies cada una; en menor proporción están las especies que crecían sobre otros hongos (fungícolas), sobre excremento (fímícolas) y las que habitaban sobre insectos (entomopatógenas).

CUADRO 3. Número de especies de acuerdo al sustrato en el que se encontraban creciendo

SUSTRATO	NÚM. DE ESPECIES
Lignícola	122
Folícola	33
Terrícola	23
Humícola	22
Fungícola	7
Fimícola	5
Entomopatógeno	5

AMENAZAS Y CONSERVACIÓN

A pesar de que el bosque mesófilo es el que más registros tiene en ascomicetes, la distribución fraccionada de esta vegetación y la extensión que actualmente ocupa en la entidad (poco más del 2 % de la superficie, aproximadamente 62 000 ha de vegetación primaria), sugieren que es probable que el 87 % de su distribución original se ha eliminado, siendo las regiones de Xalapa y Córdoba las más afectadas (Challenger, 2003), por lo que se concluye que debería estar bajo algún tipo de protección, ya que contener especies tanto boreales como

neotropicales lo convierten en un ecosistema particular.

En relación con la conservación de estos hongos, la NOM-059-SEMARNAT-2001² incluyó únicamente nueve familias de hongos, de las cuales sólo la familia Morchellaceae pertenece a los ascomicetes. Esta familia está representada por el género *Morchella* con cinco especies de las cuales dos están amenazadas y tres bajo protección especial. Sin embargo, ninguna de las especies mencionadas ha sido citada para Veracruz. No obstante, los autores consideran raras a *M. rufobrunnea* (figura 3), que solamente se conoce en Veracruz y no se ha vuelto a registrar desde 1998 (Guzmán y Tapia, 1998) o las especies, *Iodowynnea auriformis*, *Patinellaria cubensis*, *Hypoxylon aeruginosum* y algunas especies de *Lachnum* que fueron estudiadas hace algunos años del bosque mesófilo y no se han vuelto a coleccionar desde que se citaron o describieron.

CONSIDERACIONES FINALES

Es conocido que Veracruz es el tercer estado con mayor diversidad biológica, después de Chiapas y Oaxaca. Sin embargo, a nivel de los ascomicetes es el que mayor número de registros posee, como se observa en la figura 7, en la que se comparan cuatro entidades del país, en dos periodos (1996 y 2006). Se observa que en Veracruz, en diez años, hubo un incremento de especies citadas, pues pasó de 135 registros en 1996 a 217 en 2006, lo que indica un aumento de 82 especies en 10 años. Al presente, no existe una manera de estimar cuántos ascomicetes hay en Veracruz o cuántos en México, la única proyección que se puede hacer es que en Veracruz, pudieran existir potencialmente unas 40 000 especies de hongos (tomando en cuenta la relación hongo/planta que es de 5:1, según Hawksworth

² (<http://www.semarnat.gob.mx/pfnm/NOM-ECOL-059Especies>).

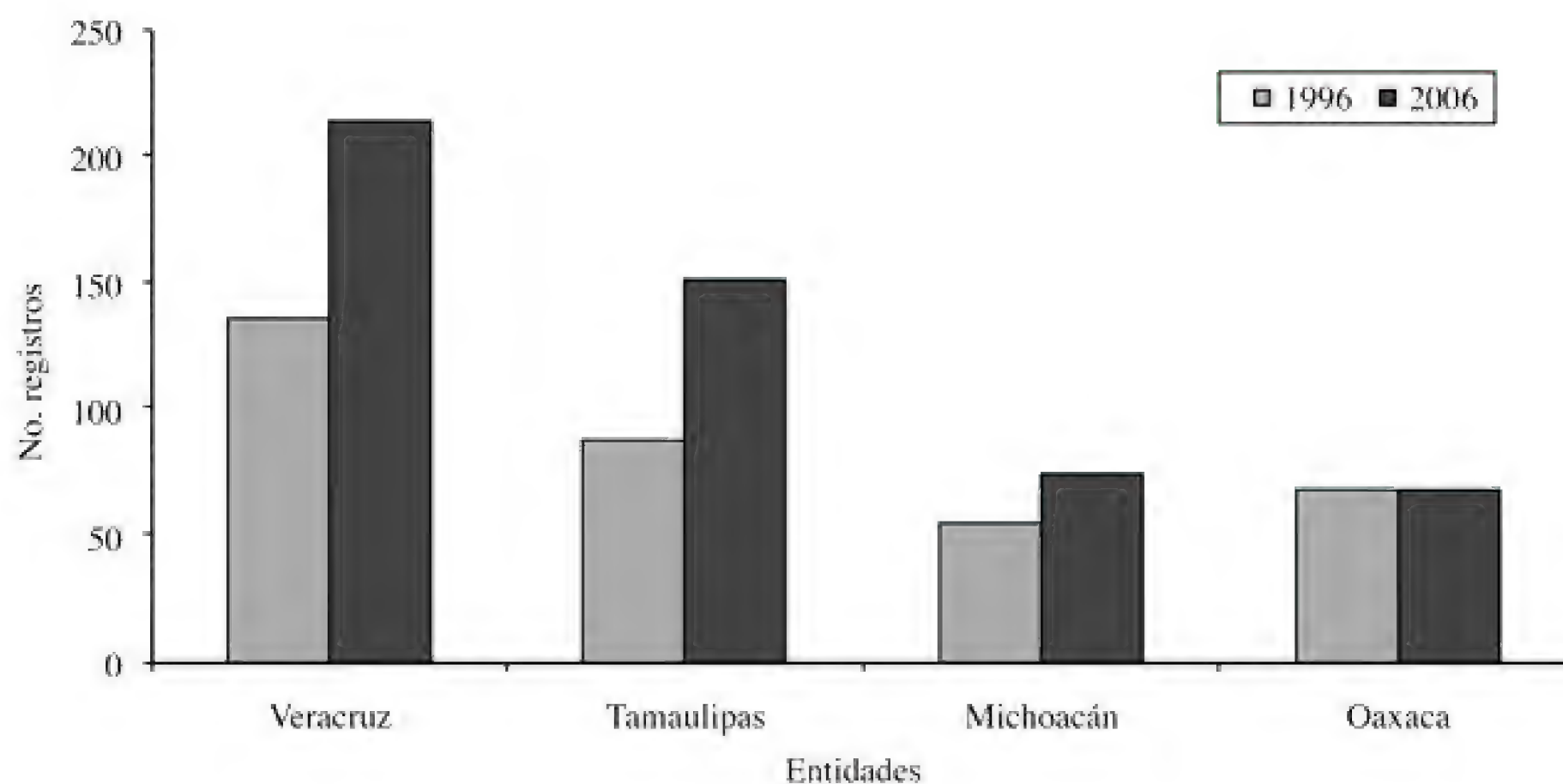


FIGURA 7. Comparación del estado de Veracruz con tres entidades y en dos periodos de tiempo. Veracruz sigue siendo la entidad con mayor número de especies registradas.

(1991) y las 8 000 especies de plantas vasculares presentes en Veracruz), de esta cifra probablemente unas 20 000 serían ascomicetes macro y microscópicos. Las cifras reales son 32 000 especies de ascomicetes debidamente registrados en todo el mundo (Kirk *et al.*, 2001) y 569 especies de ascomicetes citados en México hasta 1996, en ese año Veracruz tuvo 135 registros que ubicaron a esta entidad en primer lugar. En 1996, hace once años, se citaron 82 especies más, según el inventario. En este nuevo periodo (1996-2006) se registraron 217 citas lo que nuevamente ubica a Veracruz en primer lugar. Sin embargo, el porcentaje conocido (aun con los nuevos registros) no es mayor al 1 % del total que se conoce en el mundo. Tomando en cuenta que la primera cita data de 1851, al año 2006 han pasado 155 años, si se conocen 217 especies, el promedio de cita/especie/año en la entidad es de 1.4 (se cita una especie por año). Esta cifra, revela la necesidad

de seguir con el inventario de estos hongos, no sólo en Veracruz sino en México. Las prioridades para este grupo son seguir el inventario en bosques susceptibles de desaparecer, como el bosque mesófilo de montaña y el bosque tropical, tomarlos en cuenta en los programas de conservación que se llevan a cabo; estudiar la diversidad contribuiría a detectar especies con usos potenciales. Es importante formar más micólogos especialistas, interesados en contribuir con los inventarios de este y otros grupos de hongos en la entidad y el país.

AGRADECIMIENTOS. El primero de los autores agradece al doctor Gastón Guzmán las facilidades brindadas en la realización de este trabajo en la Colección de Hongos a su cargo y por proporcionar bibliografía especializada, además de haber revisado críticamente este trabajo. Los autores

reconocen la ayuda de Juan Lara Carmona en diversas tareas.

LITERATURA CITADA

- BANDALA, V.M., M. Montoya y G. Guzmán, 1987, Nuevos registros de hongos del estado de Veracruz III. Descripción de algunos Ascomycetes y Aphyllophorales, *Revista Mexicana de Micología* 3: 51-69.
- BANDALA, V.M., G. Guzmán y L. Montoya, 1989, Algunos Geoglossaceae (Fungi, Ascomycotina, Helotiales) poco conocidos de México, *Revista Mexicana de Micología* 5: 117-123.
- BERKELEY, M.A., 1867, On some new fungi from Mexico, *J. Linn. Soc. Bot.* 9: 422-425.
- CALONGE, F.D., A. López y J. García, 2003, *Peziza cerea*, *Funga Veracruzana* 75, Instituto de Genética Forestal, Universidad Veracruzana.
- CARRIÓN, G. y S. Chacón, 1985, Primer registro en México de *Botryosphaeria ribis* y *Mammiania fimbriata* (Ascomycetes), *Revista Mexicana de Micología* 1: 345-348.
- , 1993, Primer registro de *Balansia cyperi* (fungi) en México, *Revista Mexicana de Micología* 9: 165-167.
- CHACÓN, S., 2003, The genus *Diatrypella* in México, including descriptions of a new species and a new variety, *Documents Mycologique* 32: 95-106.
- , 2005, El género *Diatrype* en México, especies conocidas y nuevos registros, *Revista Mexicana de Micología* 20: 5-12.
- CHACÓN, S. y F. Cruz, 1999, Descripción de 13 nuevos registros de Mildiús negros (Meliolales) del estado de Veracruz, México, *Revista Mexicana de Micología* 15: 23-36.
- CHACÓN, S. y G. Carrión, 1984, Nuevos registros de Ascomycetes fitopatógenos en México, *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 19: 193-199.
- CHACÓN, S. y G. Guzmán, 1983^a, Ascomycetes poco conocidos de México, *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 18: 183-218.
- , 1983b, *Penzigia conostoma* y *Penzigia entero-leuca* (Ascomycetes, Pyrenomycetes, Sphaeriales) en México, *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 18: 29-32.
- , 1983c, Especies de macromicetos citadas de México. V. Ascomycetes, parte II, *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 18: 103-114.
- CHACÓN S. y R. Medel, 1988, Ascomycetes lignícolas de México I. Diatrypales, *Revista Mexicana de Micología* 4: 323-331.
- , 1990, Ascomycetes poco conocidos en México. V. Descripción de algunos Pezizales, *Revista Mexicana de Micología* 6: 199-206.
- , 1992, Ascomycetes poco conocidos de México VI. Algunos Discomicetes y Pyrenomycetes, *Revista Mexicana de Micología* 8: 55-62.
- CHACÓN, S., G. Guzmán, L. Montoya y V. Bandala, 1995, *Guía ilustrada de los Hongos del Jardín Botánico Francisco Clavijero de Xalapa, Veracruz y áreas circunvecinas*. I, Instituto de Ecología, Xalapa.
- CHALLENGER, A., 2003, La situación actual del medio ambiente en Veracruz, Conferencia Huatusco, Veracruz.
- DENISON, W.C., 1959, Some species of the genus *Scutellinia*, *Mycologia* 51: 605-635.
- , 1969, Central American Pezizales III. The genus *Phillipsia*, *Mycologia* 61: 289-304.
- FRIES, E.M., 1851, Novae symbolae mycologicae, la peregrinis terris a botanica danici collectae, *Act. Soc. Reg. C. Uppsala* 3 ser., 1: 1-136.
- GARCÍA, J. y A. López, 1993, *Podosordaria leporina* y *Podosordaria mexicana*. Notas Técnicas, Centro de Genética Forestal, Universidad Veracruzana.
- GARCÍA-ROMERO, L., G. Guzmán y T. Herrera, 1970, Especies de macromicetos citadas de México, I. Ascomycetes, Tremellales y Aphyllophorales, *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 4: 54-76.

- , 1972, Macromicetos mexicanos en el herbario The National Fungus Collections de E.U.A., *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 32: 31-55.
- , 1997, *Los nombres de los hongos y lo relacionado con ellos en América Latina*, Conabio, Instituto de Ecología, Xalapa, Veracruz.
- , 1998, Inventorying the Fungi of Mexico, *Biodiversity and Conservation* 7: 369-384.
- GUZMÁN, G. y F. Tapia, 1998, The known morels in Mexico, a description of a new blushing species, *Morchella rufrobrunnea* and new data on *M. guatemalensis*, *Mycologia* 90: 705-714.
- GUZMÁN, G., M. Morón, F. Ramírez-Guillén y J.H. Wolf, 2001, Entomogenous *Cordyceps* and related genera from Mexico with discussion on their host and new records, *Mycotaxon* 78: 115-125.
- HAWKSWORTH, D.L., 1991, The fungal dimension of the biodiversity: magnitude, significance and conservation, *Mycological Research* 95: 641-655.
- KIRK, P.M., P.F. Cannon, J.C. David y J.A. Stalpers, 2001, Ainsworth & Bisby's *Dictionary of the Fungi*, 9ª ed., CABI Bioscience, Surrey, 655 pp.
- JU-MING, J. y J. D. Rogers, 1996, *A revision of the genus Hypoxylon*, Mycologia Memoir 20, APS Press, Minnesota. 365 pp.
- JU-MING, J., F. San Martín y J.D. Rogers, 1997, A revision of the genus *Daldinia*, *Mycotaxon* 61: 243-293.
- LÓPEZ, A. y J. García, 1995a, *Phyllachora gratissima*, *Funga Veracruzana* 2, Centro de Genética Forestal, Universidad Veracruzana.
- , 1995b, *Morchella crassipes*, hongo comestible del bosque mesófilo, *Funga Veracruzana* 3, Centro de Genética Forestal, Universidad Veracruzana.
- , 1995c, *Helvella subglabra*, *Funga Veracruzana* 9, Centro de Genética Forestal. Universidad Veracruzana.
- , 2001, *Orbilbia sarraziniana*, *Funga Veracruzana* 40, Centro de Genética Forestal, Universidad Veracruzana.
- , 2001, *Pithya cupressina*, *Funga Veracruzana* 39, Centro de Genética Forestal, Universidad Veracruzana.
- , 2001, *Trichophaea boudieri*, *Funga Veracruzana* 37, Centro de Genética Forestal, Universidad Veracruzana.
- , 2002, *Stictis radiata*, *Funga Veracruzana* 67, Centro de Genética Forestal, Universidad Veracruzana.
- , 2005, *Helvella atra*, *Funga Veracruzana* 88, Centro de Genética Forestal, Universidad Veracruzana.
- MEDEL, R., 2002, Nuevos registros de Pyrenomycetes (Ascomycotina) en México, *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 70: 79-85.
- , 2005, A review of the genus *Gyromitra* (Ascomycota, Pezizales, Discinaceae) in Mexico, *Mycotaxon* 94: 103-110.
- MEDEL, R. y S. Chacón, 1988a, Ascomycetes lignícolas de México, II. Algunos Pyrenomycetes y Discomycetes. *Micología Neotropical Aplicada* 1: 87-96.
- , 1988b, Primer registro en México de *Patinellaria cubensis* (Discomycetes, Helotiales) y su asociación con *Xylaria arbuscula*, *Revista Mexicana de Micología* 4: 9-12.
- , 1992, Ascomycetes lignícolas de México, III. Algunos Sphaeriales, *International Journal Mycology Lichenology* 5 : 253-260.
- , 1997, Ascomycetes poco conocidos de México, VIII. Algunas especies del Boque mesófilo de montaña, *Acta Botánica Mexicana* 39: 43-52.
- , 2000, Contribución al conocimiento del género *Plectania* (Pezizales, Sarcosomataceae) en México, *Acta Botánica Mexicana* 50: 11-19.
- MEDEL, R. y F.D. Calonge, 2004, Aportación al conocimiento de los Discomycetes de México. Con especial referencia al género *Helvella*, *Boletín de la Sociedad Micológica Madrid* 28: 151-159.
- MEDEL, R., S. Chacón y G. Guzmán, 1989, Especies conocidas y nuevos registros de *Hypoxylon* (Sphaeria-

- les, Xylariaceae) en México, *Revista Mexicana de Micología* 5: 149-168.
- MEDEL, R., G. Guzmán y S. Chacón, 1995, New data on the genus *Wynnea* in Mexico, *Mycotaxon* 55: 295-299.
- MEDEL, R., G. Guzmán, S. Chacón y R.P. Corp, 1996, *Iodowynnea*, a new genus of the Pezizales known from Africa and Tropical America, *Mycotaxon* 59: 127-135.
- MEDEL, R., G. Guzmán y S. Chacón, 1999, Especies de macromicetos citados de México, IX. Ascomycetes parte III: 1983-1996, *Acta Botánica Mexicana* 46: 57-72.
- MEDEL, R., F.D. Calonge y G. Guzmán, 2006a, Nuevos registros de Pezizales (Ascomycota) de Veracruz, *Revista Mexicana de Micología* 23: 83-86.
- MEDEL, R., J.D. Rogers y G. Guzmán, 2006b, *Phylacia mexicana* sp. nov. and consideration of other species with emphasis on Mexico, *Mycotaxon* 97: 279-290.
- PÉREZ-SILVA, E., 1972, El género *Phylacia* (Pyrenomycetes) en México, *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 6: 9-16.
- , 1973, El género *Daldinia* (Pyrenomycetes) en México, *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 7: 51-58.
- , 1975, El género *Xylaria* (Pyrenomycetes) en México, *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 9: 31-52.
- , 1977, Algunas especies del género *Cordyceps* (Pyrenomycetes) en México, *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 11: 145-153.
- , 1978, Nuevos registros del género *Cordyceps* (Pyrenomycetes) en México, *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 12: 19-26.
- , 1983, Distribución de algunas especies del género *Hypoxyton* (Pyrenomycetes) en México, *Anales del Instituto de Biología, UNAM, Serie Botánica* 54: 1-22.
- PÉREZ-SILVA, E., E. Aguirre-Acosta y T. Herrera, 1983a, Distribución e importancia de algunas especies de *Hypomyces* (Hypocreales) en México, *Anales del Instituto de Biología, UNAM* 54: 203-218.
- PÉREZ-SILVA, E., E. Aguirre-Acosta y T. Herrera, 1983b, Descripción y nuevos registros de hongos micoparásitos de México, *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 18: 71-84.
- ROGERS, J.D., 1981, *Sarcoxyton* and *Entonaema* (Xylariaceae), *Mycología* 73: 28-69.
- SACCARDO, P.A., 1891, *Sylloge Fungorum*, vol. 9, J. Edwards (reimpr.).
- , 1906, *Mycromycetes americani novi*, *The Journal of Mycology* 12: 47-52.
- SAMUELS, G., 1976, A revision of the Fungi formerly classified as *Nectria* subgenus *Hyphonectria* Mem., *New York Botanical Garden* 26: 1-126.
- SÁNCHEZ, M. y G. Carrión, 1992, Nuevos registros de mildiús negros (Meliolales), *Revista Mexicana de Micología* 8: 27-42.
- SAN MARTÍN, F.E., 1996, Contribución al conocimiento de cinco géneros de la familia Nitschkiaceae (Hymenoascomycetes, Sordariales), *Acta Botánica Mexicana* 36: 43-52.
- SAN MARTÍN, F.E. y P.A. Lavin, 1997, Datos sobre los generos *Entonaema* y *Ustulina* (Pyrenomycetes, Xylariaceae), *Acta Botánica Mexicana* 40: 25-35.
- SAN MARTÍN, F.E. y J.D. Rogers, 1989, A preliminary account of *Xylaria* of Mexico, *Mycotaxon* 34: 283-374.
- , 1993a, *Kretzschmaria*, *Leprieuria* and *Poronia* in Mexico, *Mycotaxon* 48: 174-191.
- , 1993b, *Biscogniauxia* and *Camillea* in Mexico, *Mycotaxon* 49: 229-258.
- , 1995a, *Rosellinia* and *Thamnomycetes* in Mexico, *Mycotaxon* 53: 115-127.
- , 1995b, Notas sobre la historia y relaciones de hospedante y distribución del género *Xylaria* (Pyrenomycetes, Sphaeriales) en México, *Acta Botánica Mexicana* 30: 21-40.
- VALENZUELA, R., 1990, El género *Chlorociboria* en México, *Revista Mexicana de Micología* 6: 125-131.
- WELDEN, A.L y P. A. Lemke, 1961, Notas sobre algunos hongos mexicanos, *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 26: 1-24.

- WELDEN, A. y G. Guzmán, 1978, Lista preliminar de los hongos, líquenes y mixomicetos de las regiones de Uxpanapa, Coatzacoalcos, Los Tuxtlas, Papaloapan y Xalapa, *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 12: 59-102.
- WELDEN, A., L. Guzmán-Dávalos y G. Guzmán, 1979, Segunda lista de los hongos, líquenes y mixomicetos de las regiones de Uxpanapa, Coatzacoalcos, Los Tuxtlas, Papaloapan y Xalapa, *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 13: 151-162.

La diversidad de los hongos del género *Psilocybe*



Gastón Guzmán

INTRODUCCIÓN

Se presenta un panorama sobre las especies de los hongos del género *Psilocybe* (Fungi, Basidiomycotina, Agaricales, Strophariaceae) que se conocen en el territorio veracruzano. Esta contribución es parte de los trabajos que realiza el autor desde hace varios años para la segunda edición, ampliada y corregida, de su libro *The Genus Psilocybe* en el mundo, que se publicó en 1983 por primera vez y del suplemento (Guzmán, 1995), ambos agotados; también es parte del inventario y análisis de los hongos de Veracruz que inició el autor y sus colaboradores años atrás (Guzmán *et al.*, 1999, 2003, 2005; Munguía *et al.*, 2006). El trabajo también se basa en una revisión exhaustiva de toda la bibliografía relacionada con el tema y en el estudio de numerosos especímenes de las colecciones de los herbarios del Instituto de Ecología en Xalapa y de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB), en donde el autor depositó sus materiales fúngicos de Veracruz desde la década de los 50 hasta 1983. El autor inició sus exploraciones sobre el

género *Psilocybe* en la entidad en 1957, después de haber estudiado las especies alucinógenas en Huautla de Jiménez, Oaxaca, en compañía del especialista Rolf Singer, ese mismo año (Guzmán, 1959, 1978). Singer visitó México en 1957 con motivo del redescubrimiento de los hongos alucinógenos en México, por Schultes (1939) y por Heim (1956), recolectados en este último caso por los esposos Wasson entre 1954 y 1955 (Heim, 1956; Singer, 1958).

LAS ESPECIES DE *PSILOCYBE*

Hasta fines del siglo pasado (Guzmán *et al.*, 1999) se habían registrado 34 especies de *Psilocybe* de Veracruz. En el presente se consideran 43 especies (cuadro 1), es decir hubo nueve adiciones, y de ellas *P. angustipleurocystidiata* se registra por primera vez de Veracruz (anteriormente solamente se conocía de los estados de México y Morelos; Guzmán *et al.*, 1988). De las 43 especies, 14 están adscritas únicamente a Veracruz (son las señaladas en negritas en el

cuadro). Las especies alucinógenas tan famosas en el género (Guzmán, 1959, 1978, 1983, 1995, 2005) son 34, tomando como base el criterio de Guzmán (1983) para distinguirlas: observar si las fructificaciones de los hongos en el estado fresco se manchan de verde-azul al maltratarse y si presentan un sabor y olor semejante a tortillas acedas o pan rancio, lo que observó y experimentó en 1957-1958, cuando empezó a estudiar estos hongos en Oaxaca. Las 34 especies alucinógenas representan el 62 % a escala nacional, tomando en cuenta que en el país hay 52 especies (Guzmán, 2005). Importantes especies alucinógenas por su amplia distribución en Veracruz son *P. cubensis*, *P. fagicola sensu stricto* (figura 1), *P. mexicana* (figura 3), *P. novoxalapensis*, *P. subcubensis* y *P. subzapotecorum*. Especies no alucinógenas importantes en Veracruz por su abundancia, son *P. coprophila* y *P. montana* (Guzmán *et al.*, 1977).

Es interesante observar que el primer registro de *Psilocybe* en Veracruz fue en 1918 y corresponde a un trabajo de Murrill, en donde registró *Deconica bullacea* de Córdoba y Xalapa, con base en recolecciones que había realizado dicho especialista en aquellas regiones desde 1909. Los hongos de Murrill identificados como *Deconica bullacea* y depositados en el Herbario del Jardín Botánico de Nueva York, corresponden a *Psilocybe coprophila*, como lo hizo notar Guzmán (1983).

Respecto al estatus taxonómico de algunas especies de *Psilocybe* consideradas en este trabajo, existen todavía ciertos problemas por ser complejos taxonómicos que están en estudio. Se resolvió recientemente el estatus de *P. naematoliformis* (Guzmán, 2004), que se había considerado adscrito a *Hypholoma* por tener crisocistidios (cistidios amarillos), sin embargo, por sus esporas subromboides y de pared gruesa, fue más conveniente adscribirlo a *Psilocybe*, en la sección *Neocaledonicae* (Guzmán, 2004). También se terminó de estudiar el complejo *Psilocybe fagicola* en donde se hizo ver que *P. fagicola sensu stricto* (figura 2)

incluye a *P. wassoniorum* y *P. xalapensis* como sinónimos (Guzmán *et al.*, 2005), especies que fueron referenciadas de Veracruz por Guzmán *et al.* (1999). *Psilocybe novoxalapensis* y *P. teofilae* pertenecen también a dicho complejo *P. fagicola*, pero son especies independientes. Por otra parte, *Psilocybe zapotecorum* forma un complejo de varias especies, como lo discutió Guzmán (2000) al describir *P. subzapotecorum* de Oaxaca y que recientemente encontró en Veracruz (Guzmán *et al.*, 2004b). Es probable que el registro de *P. zapotecorum* de Stresser-Péan y Heim (1960) de la Sierra de Chiconquiaco (tabla 1), corresponda con *P. subzapotecorum*. Lo mismo sucede con los registros de *P. cordispora*, *P. mexicana* y *P. caerulescens* de la dicha sierra, por Holoroy y Barret (1965), los que quizá se traten de *P. fagicola sensu stricto* los dos primeros y de *P. subzapotecorum* el último. *Psilocybe mexicana* (figura 3) es también un complejo recientemente descubierto, a pesar de que la especie la describió Heim (1956) hace tiempo. Se ha observado que presenta fructificaciones con o sin una larga prolongación rizoidal en el suelo (pseudorriza), carácter de valor taxonómico, como ocurre en *P. fagicola* arriba discutido, en *P. galindoi* (Guzmán, 1978) y *P. antioquensis* (Guzmán *et al.*, 2006), que pertenecen al complejo *P. mexicana*. *Psilocybe mexicana* es común en el suelo de potreros abiertos en el bosque mesófilo de montaña, pero con fuerte influencia de ganado equino. Su primer registro en Veracruz fue de la Hacienda Lucas Martín, en la región norte de Xalapa, con colectas realizadas por el autor en 1958 (Guzmán, 1978) y, posteriormente, se ha encontrado en la zona universitaria y en los alrededores de Xalapa y también en Córdoba, Misantla, Huatusco, Totutla y en Los Tuxtlas (Guzmán, 1983). Recientemente se recolectó un material en la región del sur de Zoncuantla, municipio de Coatepec (figura 2), identificado como *P. mexicana*, pero con la prolongación basal subterránea mencionada.

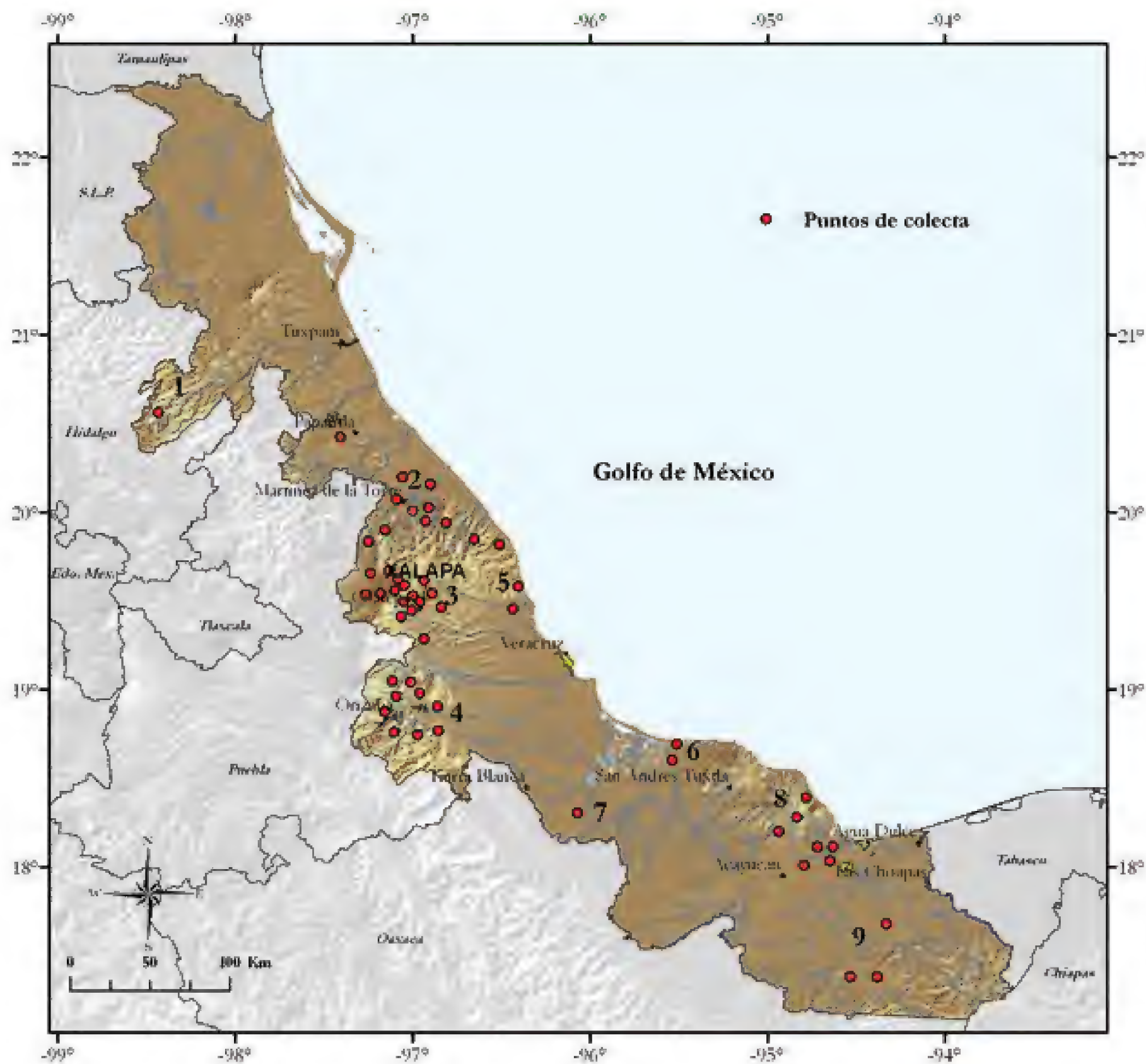


FIGURA 1. Localidades en el estado de Veracruz con recolecciones de *Psilocybe*. 1: Región de Huayacocotla, 2: Región de Jalacingo-Tlapacoyan-Martínez de la Torre, 3: Región de Xalapa-Coatepec-Chiconquiaco-Perote, 4: Región de Córdoba-Huatusco-Orizaba, 5: Región de Veracruz, 6: Región de Alvarado, 7: Región de Tres Valles, 8: Región de Los Tuxtlas, 9: Región de Minatitlán-Uxpanapa (cada punto indica una o varias localidades, según el caso).

CUADRO 1. Las especies de *Psilocybe* citadas de Veracruz (la bibliografía anotada en cada especie se refiere a la primera cita en Veracruz; los asteriscos señalan las especies alucinógenas; las especies en negritas sólo se conocen de Veracruz; 1: bosque mesófilo de montaña, 2: bosque de coníferas, 3: vegetación tropical, en todos los casos dentro o fuera del bosque).

ESPECIES	TIPO DE VEGETACIÓN
<i>P. alpina</i> Guzmán, Tapia & P. Navarro (Guzmán <i>et al.</i> , 1999)	1
* <i>P. angustipleurocystidiata</i> Guzmán. Primer registro en Veracruz (solamente era conocido de Morelos y del Estado de México)	1
* <i>P. antioquensis</i> Guzmán, Saldarriaga, Pineda, García & Velásquez (Guzmán <i>et al.</i> , 2006)	1
<i>P. argentina</i> (Speg.) Singer (Guzmán <i>et al.</i> , 1977)	2
* <i>P. armandii</i> Guzmán & S.H. Pollock (Guzmán y Pollock, 1979)	1
* <i>P. banderillensis</i> Guzmán (Guzmán, 1978)	1
* <i>P. barrerae</i> Cifuentes & Guzmán emend. Guzmán (Guzmán, 2000)	1
<i>P. bulbosa</i> (Peck) A.H. Smith (Guzmán <i>et al.</i> , 1999)	1
* <i>P. caerulescens</i> Murrill var. <i>caerulescens</i> (Guzmán <i>et al.</i> , 1979)	1
* <i>P. caerulescens</i> var. <i>ombrophila</i> (R. Heim) Guzmán (Guzmán <i>et al.</i> , 1979)	1
<i>P. coprophila</i> (Bull.: Fr.) P. Kumm. (Murrill, 1918)	1,2,3
* <i>P. cordispora</i> R. Heim (Holoroy y Barret, 1965)	1
* <i>P. cubensis</i> (Earle) Singer (Welden y Guzmán, 1978)	1,3
* <i>P. chaconii</i> Guzmán, Escalona & Ramírez-Guillén (Guzmán <i>et al.</i> , 2004b)	1
* <i>P. fagicola</i> R. Heim & Cailleux emend. Guzmán (Guzmán, 1978; Guzmán <i>et al.</i> , 2005)	1
* <i>P. fuliginosa</i> (Murrill) A.H. Smith.	1
* <i>P. galindoi</i> Guzmán (Guzmán <i>et al.</i> , 2004b)	1
* <i>P. herrerae</i> Guzmán (Guzmán <i>et al.</i> , 1979)	1
* <i>P. isabelae</i> Guzmán (Guzmán <i>et al.</i> , 1999)	1
* <i>P. mammillata</i> (Murrill) A.H. Smith (Guzmán & Pollock, 1979)	1
* <i>P. mexicana</i> R. Heim (Guzmán, 1978)	1
<i>P. montana</i> (Pers.: Fr.) P. Kumm. (Guzmán, 1983)	1,2
* <i>P. naematoliformis</i> Guzmán (Guzmán, 1979)	3
* <i>P. novoxalapensis</i> Guzmán & Jacobs (Guzmán <i>et al.</i> , 2005)	1
<i>P. panaeoliformis</i> Murrill (Guzmán, 1995)	1
<i>P. pegleriana</i> Guzmán (Guzmán, 2000)	1,3
* <i>P. pileocystidiata</i> Guzmán & Ram.-Guill. (Guzmán <i>et al.</i> , 2004a)	1
* <i>P. rzedowskii</i> Guzmán (Guzmán, 1978)	1
* <i>P. sanctorum</i> Guzmán (Guzmán, 1995)	1
* <i>P. schultesii</i> Guzmán & S.H. Pollock (Guzmán & Pollock, 1979)	1
* <i>P. singerii</i> Guzmán (Guzmán, 1979)	3
* <i>P. subcubensis</i> Guzmán (Welden y Guzmán, 1978)	1,3
<i>P. subpsilocybioides</i> Guzmán, Lodge & S.A. Cantrell (Guzmán <i>et al.</i> , 2004b)	1
* <i>P. subtropicalis</i> Guzmán (Guzmán, 1995)	1
* <i>P. subzapotecorum</i> Guzmán (Guzmán <i>et al.</i> , 2004b)	1
* <i>P. teofilae</i> Guzmán & Ram.-Guill. (Guzmán <i>et al.</i> , 2005)	1
* <i>P. tuxtlenensis</i> Guzmán (Guzmán, 1983)	3
* <i>P. uxpanapensis</i> Guzmán (Guzmán, 1979)	3
* <i>P. veraecrucis</i> Guzmán & Pérez-Ortiz (Guzmán, 1978)	3
* <i>P. weldenii</i> Guzmán (Guzmán, 1979)	3
* <i>P. yungensis</i> Singer & A.H. Smith (Guzmán, 1978)	1
* <i>P. zapotecorum</i> R. Heim emend. Guzmán (Guzmán, 1983)	1
<i>P. zoncuantlenensis</i> Guzmán & Ram.-Guill. (Guzmán <i>et al.</i> , 1999)	1

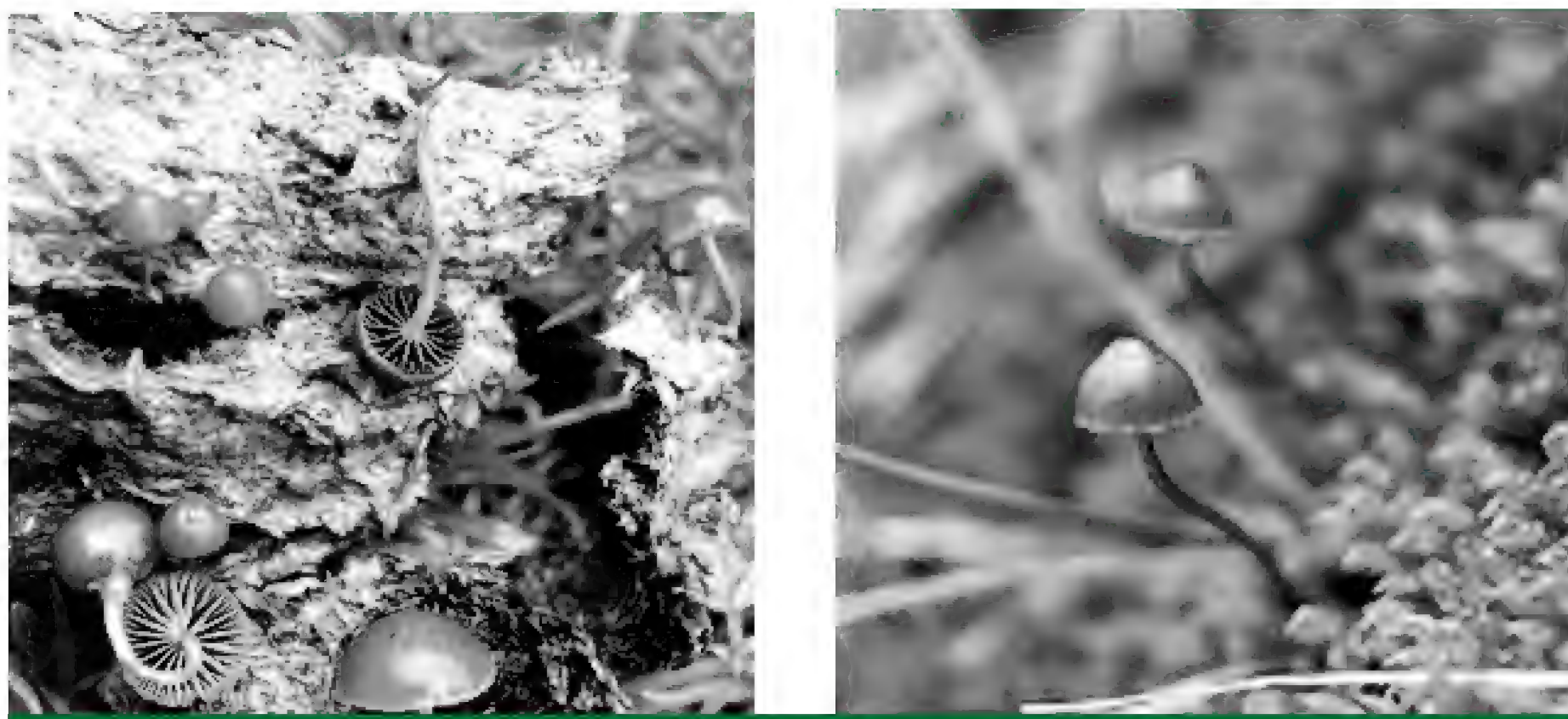


FIGURAS 2 Y 3. Dos especies alucinógenas de *Psilocybe* comunes en Veracruz en la zona del bosque mesófilo de montaña. 2: *P. fagiicola sensu stricto*, caracterizada por su larga prolongación subterránea (pseudorriza) (Foto: G. Guzmán); 3: *P. mexicana*, aunque en la fotografía se muestra una especie de este complejo todavía en estudio (Foto: Salvador Guzmán-Guzmán).

DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES

Aun cuando todavía son pocas las exploraciones realizadas en el estado de Veracruz en busca de hongos, a pesar de que desde 1909 se hicieron las primeras y los trabajos intensivos se iniciaron hasta la década de los 50, y de la enorme destrucción de la vegetación original, se pueden hacer interesantes observaciones fitogeográficas sobre las especies de *Psilocybe*. Son más de 100 las localidades en Veracruz en donde se han encontrado especímenes de *Psilocybe* (figura 1). La localidad más norteña es la región de Huayacocotla, en la zona montañosa de la Sierra Madre Oriental, y la que está más al sureste es la de Uxpanapa, en la planicie costera del Golfo de

México en el istmo de Tehuantepec. Ambas regiones están enclavadas en dos importantes tipos de vegetación, la primera dentro del bosque mesófilo de montaña y la segunda en el bosque tropical perennifolio (aunque ahora casi extinto). El bosque mesófilo de montaña conocido también como bosque con neblina, se desarrolla a lo largo de las laderas orientales de la Sierra Madre Oriental, entre los 1 000 y 1 600 m de altitud y debido a los constantes vientos húmedos que recibe del Golfo de México, tiene clima y hábitats muy húmedos, propicios para los hongos. De las especies de *Psilocybe* anotadas en la tabla 1, más del 90 % crece en este bosque, o en potreros del mismo. Esta frecuencia en tal ecosistema sucede con la mayoría de las especies



FIGURAS 4 Y 5. Dos especies no alucinógenas con amplia distribución. 4: *Psilocybe coprophila*, que se puede considerar casi cosmopolita por crecer en estiércol en diversos continentes (Foto: L. Guzmán-Dávalos). 5: *P. montana*, común entre musgos en bosques de coníferas o a veces en el mesófilo de montaña (Foto: G. Guzmán).

alucinógenas de todo el país, hecho discutido por el autor en numerosos trabajos (e.g. Guzmán, 1959, 2005; Guzmán *et al.*, 1988, 1999).

Especies importantes por su abundancia en el bosque mesófilo de montaña (o en sus potreros o zonas alteradas) son *P. barrerae*, *P. cubensis*, *P. fagicola* sensu stricto, *P. mexicana*, *P. novoxalapensis* y *P. subzapotecorum*. El bosque tropical perennifolio, que está en un grave peligro de desaparecer, alberga importantes especies endémicas y alucinógenas de *Psilocybe*, que el autor describió (Guzmán, 1979) de la región de Uxpanapa, como son: *P. naematoliformis*, *P. singerii*, *P. uxpanapensis*, *P. veraecrucis* y *P. weldenii*. En los potreros de las zonas tropicales, son comunes *P. subcubensis* y *P. coprophila* (figura 4), ambas sobre estiércol vacuno o equino, aunque *P. coprophila* se extiende hasta los bosques mesófilos de montaña y de coníferas. También está *P. argentina* entre las especies del estiércol, pero solamente crece en las praderas alpinas. Otra especie alpina es *P. alpina*, que solamente se conoce del Pico de Orizaba (Guzmán *et al.*, 1999). *Psilocybe cubensis* es común en los potreros del bosque

mesófilo de montaña y también en los de las zonas tropicales. *Psilocybe montana* (figura 5) crece en el suelo cubierto de musgo, en bosques de pinos y a veces en el mesófilo de montaña.

AGRADECIMIENTOS. El autor expresa su reconocimiento a las autoridades del Instituto de Ecología de Xalapa, por el soporte que le han dado para realizar sus investigaciones. También agradece a su equipo de trabajo, Manuel Hernández por su apoyo en cómputo, a Juan Lara por su labor en el Herbario y a Florencia Ramírez-Guillén, por su trabajo en el laboratorio. A Isabel Lasserre, esposa del autor, por su constante apoyo y por la recolección de varios especímenes. Al biólogo Salvador Guzmán-Guzmán de la Universidad Veracruzana, la fotografía de la figura 3, cuyo material fúngico constituyó un nuevo registro para Veracruz. A la doctora Laura Guzmán-Dávalos, de la Universidad de Guadalajara, quien proporcionó la fotografía de la figura 4 y revisó críticamente este trabajo.

LITERATURA CITADA

- GUZMÁN, G., 1959, Sinopsis de los conocimientos sobre los hongos alucinógenos mexicanos, *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 24: 14-34.
- , 1978, Further investigations of the Mexican hallucinogenic mushrooms with description of new taxa and critical observations on additional taxa, *Nova Hedwigia* 29: 265-644.
- , 1979, Observations on the evolution of *Psilocybe* and description of four new hallucinogenic species from Mexican tropical forests, en Moser, M. y E. Horak (eds.), *Festschrift für R. Singer*, Beihefte zur Sydowia 7, Verlag, Horn (Austria).
- , 1983, *The genus Psilocybe*, Beih, Nova Hedwigia 74, Cramer, Vaduz.
- , 1995, Supplement to the monograph of the genus *Psilocybe*, en Petrini, O. y E. Horak (eds.), *Taxonomic monographs of Agaricales*, Bibliotheca Mycologica 159, Cramer, Berlín.
- , 2000, New species and new records of *Psilocybe* from Spain, the U.S.A. and Mexico, and a new case of poisoning by *Psilocybe barrerae*, *Documents Mycologici* 29 (116): 41-52.
- , 2004, Revision of the classification of the genus *Psilocybe* I. Section *Neocaledonicae*, a new Section in *Psilocybe*, *Revista Mexicana de Micología* 18: 27-29.
- , 2005, Species diversity of the genus *Psilocybe* in the world mycobiota, with special attention to hallucinogenic properties, *International Journal of Medicinal Mushrooms* 7: 305-331.
- GUZMÁN, G., L. Varela y J. Pérez-Ortiz, 1977, Las especies no alucinógenas del género *Psilocybe* conocidas en México, *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 11: 23-33.
- GUZMÁN, G., R. Vázquez-Bravo y A. López, 1979, Distribución de las especies del género *Psilocybe* en México y descripción de una nueva especie de *Psilocybe*, *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 13: 173-186.
- GUZMÁN, G. y S.H. Pollock, 1979, Tres nuevas especies y dos nuevos registros de los hongos alucinógenos en México y datos sobre su cultivo en el laboratorio, *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 13: 261-270.
- GUZMÁN, G., L. Montoya y V.M. Bandala, 1988, Nuevos registros de los hongos alucinógenos del género *Psilocybe* en México y análisis de la distribución de las especies conocidas, *Revista Mexicana de Micología* 4: 255-265.
- GUZMÁN, G., F. Ramírez-Guillén, F. Tapia y P. Navarro, 1999, Las especies del género *Psilocybe* conocidas de Veracruz (México), *Acta Botánica Mexicana* 49: 35-46.
- GUZMÁN, G., F. Ramírez-Guillén y P. Murguía, 2003, Introducción a la micobiota del estado de Veracruz (México), *Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid* 27: 223-229.
- GUZMÁN, G., F. Escalona, F. Ramírez-Guillén y J.Q. Jacobs, 2004a, New hallucinogenic mushrooms in Mexico belonging to the genus *Psilocybe*, *International Journal of Medicinal Mushrooms* 6: 275-286.
- GUZMÁN, G., F. Escalona y F. Ramírez-Guillén, 2004b, Nuevos registros en México de especies de *Psilocybe*, *Revista Mexicana de Micología* 19: 23-31.
- GUZMÁN, G., J.Q. Jacobs, F. Ramírez-Guillén, D. Murrieta y E. Gándara, 2005, The taxonomy of *Psilocybe fagicola*-complex, *Journal of Microbiology* (Korea) 43: 158-165.
- GUZMÁN, G., J.W. Allen y P. Sihamonth, 2006, Distribution of the hallucinogenic mushroom *Psilocybe antioquiensis* in Colombia, Mexico and Cambodia, *International Journal of Medicinal Mushrooms* 8: 85-89.
- HOLORY, J.D.S. y D.K. Barret, 1995, The Oxford University Expedition to Mexico 1965, *Bulletin of the Oxford University*, Oxford.
- HEIM, R., 1956, Les champignons divinatoires recueillis par M^{me} Valentina Pavlovna Wasson et M.R. Gordon Wasson au cours de leurs missions de 1954 et 1955 dans les pays mijs, mazatèque, zapotèque et nahua du Mexique méridional et central, *Comptes*

- Rendus des Séances de l'Académie des Sciences* 242: 1386-1395.
- MUNGUÍA, P., G. Guzmán y F. Ramírez-Guillén, 2006, Seasonal community structure of macromycetes in Veracruz, Mexico, *Ecography* 29: 1-9.
- MURRILL, W.A., 1918, The Agaricaceae of tropical North America VII, *Mycologia* 10: 15-33.
- SCHULTES, R.E., 1939, Plantae Mexicanae II. The identification of Teonanácatl, a narcotic Basidiomycete of the Aztecs, *Botanical Museum Leaflets Harvard University* 7: 37-56.
- SINGER, R., 1958, Mycological investigations on Teonanácatl, the Mexican hallucinogenic mushroom. I. The history of Teonanácatl, field work and culture work, *Mycologia* 50: 239-303.
- STRESSER-PÉAN, G. y R. Heim, 1960, Sur les agarics divinatoires des Totonagues, *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences* 250: 1115-1160.
- WELDEN, A.L. y G. Guzmán, 1978, Lista preliminar de los hongos, líquenes y mixomicetos de las regiones de Uxpanapa, Coatzacoalcos, Los Tuxtlas, Papaloapan y Xalapa (parte de los estados de Veracruz y Oaxaca), *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 12: 59-102.

Hongos microscópicos: especies en restos vegetales y del suelo



Gabriela Heredia Abarca
Rosa María Arias Mota
Sergio A. Gómez Cornelio

INTRODUCCIÓN

Después de los insectos los hongos son los organismos más diversos del planeta, se calcula que podrían existir 1.5 millones de especies (Hawksworth, 2001). Su distribución se extiende a los más recónditos biomas, sin temor a equivocarnos, podemos afirmar que no hay un solo material orgánico vivo o muerto que no sea susceptible de ser colonizado por ellos. La principal diferencia entre las plantas y los hongos estriba en su forma de nutrición, estos últimos carecen de clorofila, por lo que no fotosintetizan, consecuentemente, de la misma forma que los animales, los hongos son organismos heterótrofos, esto es que no son capaces de producir sus propios alimentos.

La actividad de los hongos microscópicos y macroscópicos tiene importantes repercusiones en el equilibrio dinámico ecológico de los ecosistemas, la economía, salud y quehaceres cotidianos del hombre. A pesar de esto, a nivel mundial, el conocimiento de la diversidad de las especies del Reino Fungi es precario, no se ha descrito ni el 10 % de las

especies que se calcula existen en el planeta (Hawksworth, 1991). Para México, Guzmán (1998) calculó que al menos podrían existir 200 000 especies de hongos, de las cuales apenas se han descrito entre 10 000 y 13 000, entre ellas las especies microscópicas constituyen menos de la mitad a pesar de ser las más numerosas dentro del Reino Fungi.

Los hongos microscópicos o micromicetos están representados en todas las categorías taxonómicas del Reino Fungi, se distribuyen pródigamente en ambientes naturales y urbanos. En los bosques, en las primeras capas de suelo, se encuentra la mayor diversidad de especies microscópicas saprobias, entre éstas destacan las especies que colonizan los restos vegetales y las que se desarrollan en las diminutas partículas de humus del suelo (figura 1).

En el estado de Veracruz se ha trabajado poco con hongos microscópicos saprobios, como se documenta en los subsecuentes párrafos; las aportaciones que dan a conocer en forma detallada las especies microscópicas iniciaron en 1994. Entre los ecosistemas naturales que han sido más explorados está el



FIGURA 1. *Periconia igniaria*. Especie ampliamente distribuida, prospera en suelos ricos en humus y restos vegetales.

bosque mesófilo de montaña de los alrededores de la ciudad de Xalapa (figura 2); en cuanto a los agro-ecosistemas, por la importancia que tiene la cafecultura en el estado, se ha tenido especial interés en los hongos que proliferan en suelos de fincas cafetaleras.

La presente contribución tiene como objetivo dar a conocer las especies de hongos microscópicos asociados a restos vegetales del bosque mesófilo de montaña y de suelos cafetaleros del centro del estado de Veracruz, que han sido identificadas tanto en diversas investigaciones efectuadas por los autores, como en estudios previos desarrollados por otros micólogos.

HONGOS ANAMORFOS EN RESTOS VEGETALES DEL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA DEL ESTADO

Los hongos microscópicos que crecen sobre hojas y troncos muertos, forman una comunidad bien definida. La mayoría de las especies de los restos vegetales, se reproduce únicamente mediante esporas asexuales denominadas conidios, por tal razón tam-



FIGURA 2. *Ancoraspora mexicana*. Género y especie nueva encontrada sobre fronda de un helecho del bosque mesófilo. Solo se conoce para México.

bién se les llama hongos conidiales, hongos imperfectos u hongos anamorfos. Muchas de las especies que proliferan sobre la hojarasca tienen una pigmentación oscura, a diferencia de las del suelo, en las que tanto los micelios como las esporas y los conidióforos generalmente son claros, aunque en ambos casos hay excepciones. Pocas especies son generalistas, la mayoría tienen cierto grado de selectividad, encontrándose así, especies que prosperan básicamente en materiales leñosos o semileñosos, otros prefieren los tejidos herbáceos como las lianas y las hojas (Subramanian, 1983) (figuras 3 y 6).



FIGURA 3. *Edmundmasonia pulcra*. Forma pequeños racimos de esporas, crece sobre hojas muertas. Es una especie pocas veces reportada.



FIGURA 5. *Helicoma olivaceum*. Especie con esporas helicoidales, aparece con frecuencia en tallos muertos y hojas caídas formando colonias.



FIGURA 4. *Helicoma ambiens*. Especie con esporas helicoidal hialinas, prolifera en ramas, tallos y troncos en descomposición.

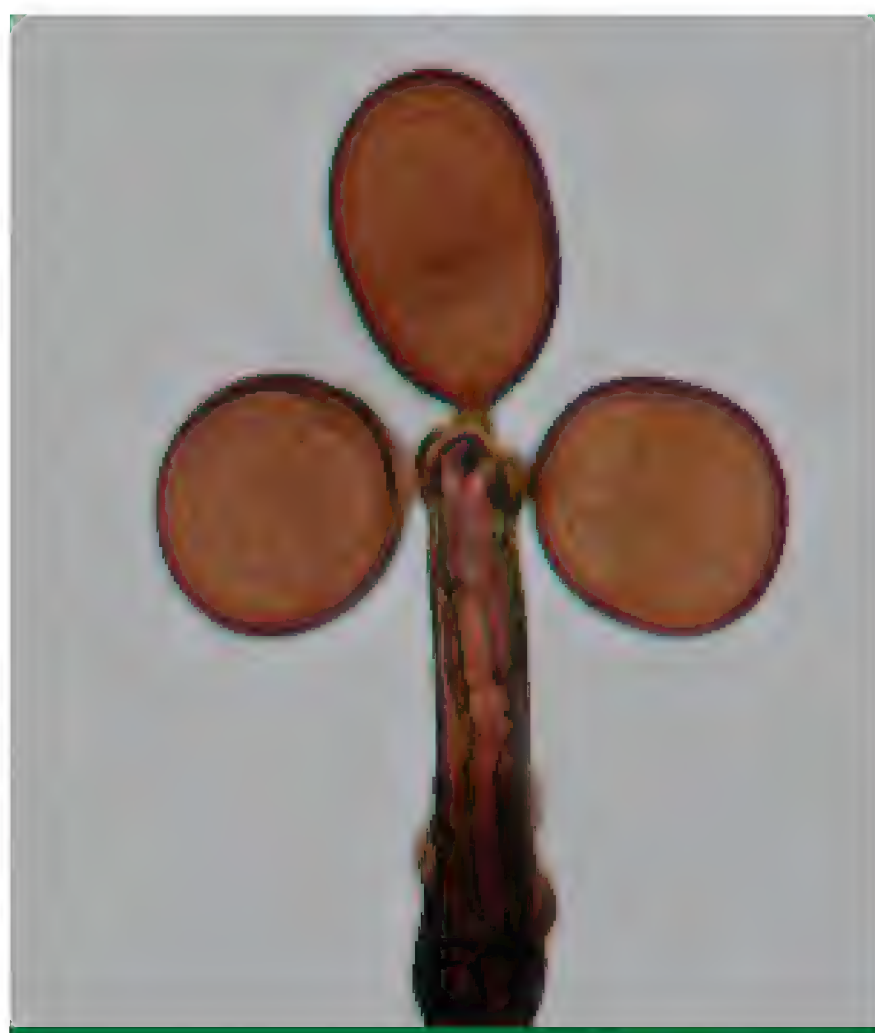


FIGURA 6. *Cordana abramovil*. Especie lignícola, crece en grupos sobre troncos en descomposición.

En México el conocimiento de la diversidad de estos hongos es incipiente, no se cuenta con información para la mayoría de los estados de la república. En el estado de Veracruz es en donde se ha descrito el mayor número de especies. En 1984 se publicó el primer trabajo sobre la composición de la comunidad de anamorfos en restos vegetales, en esta contribución se estudiaron materiales colectados en fincas cafetaleras del municipio de Coatepec, en el centro de Veracruz (Onofri, 1984). Entre los resultados se incluye una lista con 47 especies.

A partir de 1993, la realización del proyecto “Hongos Hyphomycetes de áreas tropicales y semi-tropicales del estado de Veracruz”, apoyado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (P030), fue el punto de partida para la exploración en forma sistemática de varias localidades veracruzanas, lo que consecuentemente derivó en la identificación de múltiples especies que hasta entonces se desconocían no sólo en la entidad sino en todo México.

Por su riqueza botánica y su clima, las áreas con bosque mesófilo de montaña han sido exploradas con mayor intensidad. Además, en este ecosistema la presencia de especies arbóreas caducifolias, favorece un considerable aporte de restos vegetales al suelo, lo que crea una capa de hojarasca que en algunas partes llega hasta medio metro de profundidad.

En 1994 se publicaron los primeros artículos en los que se registran, describen e ilustran algunas de las especies que prosperan en el bosque mesófilo (Heredia, 1994; Mercado-Sierra y Heredia, 1994). A la fecha se han registrado alrededor de 290 especies, incluidas en 159 géneros (Heredia *et al.*, 1995; Heredia y Reyes, 1999; Heredia *et al.*, 2004, 2006). Un total de 10 especies y 2 géneros han sido descritos como nuevos taxones para la ciencia (Mercado-Sierra *et al.*, 1995, 1997; Mena-Portales *et al.*, 1998; Castañeda y Heredia, 2000a, 2000b; Castañeda *et al.*, 2001; Heredia *et al.*, 2002a). Parte de la información que se presenta en esta contribución

está concentrada en la base de datos del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de la Conabio.

Paralelamente se ha creado una colección de cultivos y preparaciones microscópicas permanentes, además de materiales herborizados, en el primer caso los materiales están en el laboratorio de micromicetos del departamento de Biología de Suelos y en el segundo en el herbario (XAL), ambos del Instituto de Ecología (Inecol).

En el apéndice VIII.2.1 se presenta una lista con las especies descritas a la fecha para el bosque mesófilo de montaña, los géneros mejor representados son: *Alternaria*, *Bipolaris*, *Cladosporium*, *Curvularia*, *Chalara*, *Dictyochaeta*, *Gyrophthrix*, *Monodictys*, *Periconia*, *Sporidesmium* y *Stachybotrys*.

Entre los micromicetos más abundantes en las hojas recién caídas están especies de *Alternaria*, *Cladosporium* y *Bipolaris* (Mena-Portales *et al.*, 1995). Todos estos hongos son considerados como parásitos débiles que colonizan las hojas senescentes y continúan en ellas hasta los primeros estados de descomposición foliar. En las hojas con mayor grado de deterioro aparecen *Beltrania rhombica*, *Cryptophiale kakombensis*, *Chalara alabamensis*, *Subulisporea procurvata* y diversas especies de los géneros *Dactylaria*, *Dictyochaeta* y *Gyrophthrix* todas ellas son típicas de hojarasca de zonas tropicales (Grandi, 1996).

Entre los anamorfos que habitan sobre restos de troncos y madera en descomposición figuran: *Acrodictys globulosa*, *A. deightonii*, *Corynesporopsis rio-nensis*, *Dictyosporium heptasporum* (figura 7 y 8), así como diversas especies de los géneros *Ellisembia*, *Monodictys* y *Sporidesmium*. También en las ramas lignificadas y en las partes más húmedas de los troncos es posible encontrar los hongos anamorfos heliospóricos, los cuales se caracterizan por tener conidios con formas espiraladas (Arias *et al.*, 2000; Heredia *et al.*, 2002b) (figuras 4 y 5).

Los resultados que se presentan en esta aportación dan una idea de la magnitud de la riqueza de

especies anamorfos del bosque mesófilo de montaña. Aún se está lejos de documentar una panorámica completa de este grupo tan diverso. Para aminorar el tremendo vacío de información se requiere continuar con colectas periódicas y ampliar la gama de sustratos vegetales. Sin lugar a dudas que el valor del genoma fúngico que resguardan las escasas áreas que aún quedan del bosque mesófilo de montaña, es uno de los motivos que respalda la urgente protección de este tipo de vegetación.



FIGURA 7. *Dictyosporium heptasporum*. Crece en agregados de esporas en la superficie de las hojas y ramas muertas.

HONGOS MICROSCÓPICOS DEL SUELO DE ÁREAS CAFETALERAS Y DE BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA DEL CENTRO DEL ESTADO

En el suelo se desarrollan hongos de todos los grupos taxonómicos, entre los cuales, los más abundantes y diversos son los hongos microscópicos. Además de participar en la mineralización de los restos orgánicos, los hongos del suelo mejoran su estructura y aireación mediante la agregación de partículas (Tisdall *et al.*, 1997). Entre los factores que influyen en la diversidad de las especies edáficas están: la cobertura vegetal, el manejo de los agroecosistemas, las perturbaciones naturales e inducidas, los cambios estacionales, la cantidad de materia orgánica y las características físicas y químicas del suelo (Griffin, 1972).



FIGURA 8. *Exosporium ampullaceum*. Es común encontrarlo sobre ramas y madera en descomposición en áreas tropicales.

Los hongos están en constante contacto con la macrofauna edáfica, además de formar parte de la dieta de nemátodos, protozoarios, colémbolos, ácaros y larvas de dípteros; algunas especies favorecen el desarrollo de otras poblaciones como son hormigas, termitas y escarabajos, con las cuales establecen relaciones mutualistas (Kendrick, 1992). También parasitan nemátodos y artrópodos, por lo que muy seguramente juegan un papel importante en la regulación de las comunidades de la macrofauna (Gray, 1987).

Son pocos los trabajos sobre la diversidad de los hongos en suelos del estado de Veracruz, destaca la contribución de Maggi y Persiani (1984) en la que valoraron la abundancia y diversidad de los hongos de suelos de la zona cafetalera del municipio de Coatepec.

En la presente aportación se anexa una lista con 319 especies (apéndice VIII.2.2), de las cuales 81 fueron incluidas en el trabajo de Maggi y Periani y 284 han sido determinadas por los autores. Todos los hongos fueron aislados mediante la técnica de lavado de partículas a través de microtamices, metodología que permite captar una amplia expresión de la diversidad de las especies del suelo (Bills, 2004).

Las muestras fueron colectadas en fincas cafetaleras del municipio de Coatepec, Ixhuatlán de los Reyes y Huatusco y en zonas con bosque mesófilo de varias localidades de los municipios de Xalapa y Coatepec. De las 319 especies, el 81 % corresponde a hongos anamorfos, 15 % son ascomicetos y 4 % zygomycetos. Entre los anamorfos destacan por su abundancia los géneros: *Penicillium*, *Fusarium*, *Trichoderma*, *Acremonium*, *Aspergillus*, *Paecilomyces*, *Cylindrocarpon* y *Humicola* (figura 9). Con relación a los ascomicetos, los géneros *Chaetomium* (figura 10) y *Talaromyces* son los mejor representados.



FIGURA 9. *Penicillium thomii*. Forma cadenas de esporas hialinas, crece abundantemente en suelos ricos en materia orgánica.

Entre los hongos identificados se incluyen importantes fitopatógenos; diversas especies de *Fusarium* destacan por su agresividad para causar marchitamientos y enfermedades sistémicas. De gran interés son las especies *F. oxysporum*, *F. solani* y *F. moniliforme* las cuales están ampliamente distribuidas en todo tipo de suelos, en donde pueden permanecer como saprobios en los restos orgánicos y bajo determinadas condiciones actuar como patógenos ante la presencia de un hospedero susceptible (Agrios, 1985). En cuanto a patógenos del hombre se aisló *Sporothrix schenckii* var. *schenckii* agente causal de la esporotricosis, enfermedad que afecta el sistema linfático y los pulmones (Herrera y Ulloa, 1990).

Entre las especies entomopatógenas están: *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*; en Veracruz, el empleo de hongos entomopatógenos para el control de plagas, es una práctica que se aplica en cultivos tan importantes como la caña de azúcar y el café. En algunos agroecosistemas, como la caña de azúcar, la aspersión de *Metarhizium anisopliae* es parte del control integrado para la mosca pinta o salivazo. En las plantaciones cafetaleras una de las plagas más dañinas es la broca del café, insecto que daña el grano; mediante la aplicación del hongo *Beauveria bassiana* se han obtenido resultados positivos en el control del insecto (Guerra *et al.*, 2001). Esta práctica ha favorecido la certificación del producto por la eliminación de la aspersión de productos químicos.

En la entidad existen diferentes organizaciones privadas y estatales en las que se produce el inóculo de las especies entomopatógenas, ejemplos al respecto son la Unidad de Reproducción de Hongos Entomopatógenos del Colegio de postgraduados del Campus Córdoba (URHE) y el Centro Regional de Estudios y Reproducción de Organismos Benéficos (CREROB) (Guerra *et al.*, 2001).

Con alta frecuencia se aislaron especies de *Penicillium* y *Chaetomium* (figuras 9 y 10), ambos géneros tienen importancia a nivel biotecnológico; el

primero destaca por su capacidad para producir sustancias antibióticas y el segundo por secretar enzimas celulolíticas. Evidentemente que todos los hongos que habitan en el suelo tienen la capacidad de producir enzimas y micotoxinas que les permitan competir por espacio y alimento; ante la inmensa diversidad de especies edáficas, es una tarea importante y necesaria indagar sus posibilidades biotecnológicas para poder aprovecharlas (figura 11).



FIGURA 10. *Chaetomium ampullare*. Desarrolla sus esporas dentro de estructuras en forma de botellas, produce enzimas celulolíticas.

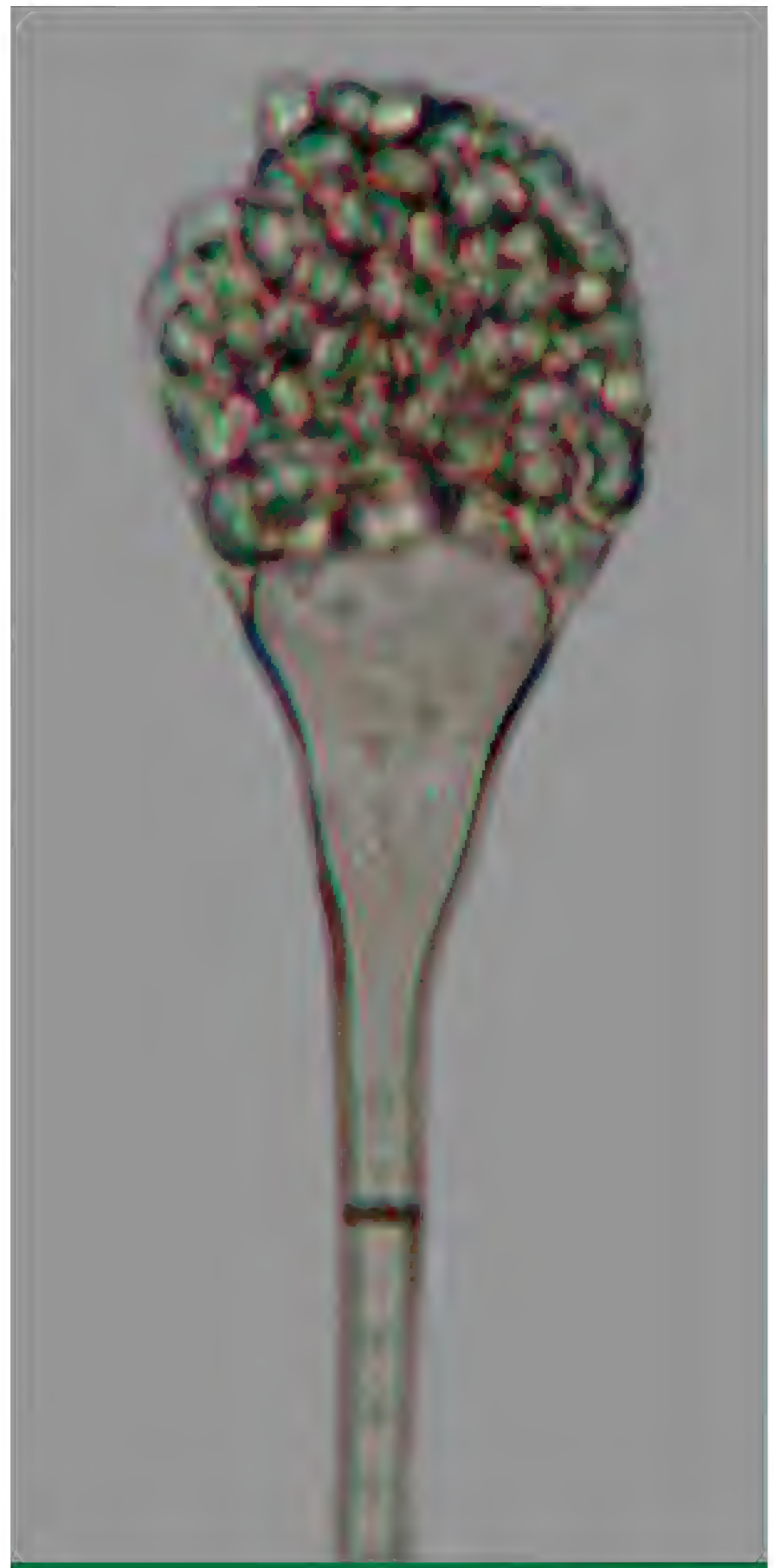


FIGURA 11. *Absidia cylindrospora*. Especie típica de suelo, con estructuras globosas en cuyo interior se forman las esporas, produce enzimas lipasas.

Por la gran diversidad de hongos microscópicos, es un reto mayúsculo determinar la magnitud de su riqueza en el ambiente edáfico y en los restos vegetales. Esta tarea sólo será posible mediante la realiza-

ción de proyectos a largo plazo en los que se cuente con la colaboración de científicos expertos en los diferentes grupos taxonómicos y con el apoyo de las instituciones comprometidas con el conocimiento y uso racional de la biodiversidad.

Aunque en esta contribución se presentan en total 609 especies de hongos microscópicos, entre las que se incluyen 290 especies para restos vegetales y 319 aisladas del suelo (284 para bosque mesófilo y 127 para cafetales), es predecible que en la entidad existan muchísimos más taxones y que estos datos se modifiquen en un corto periodo de tiempo gracias a que en los últimos años se han incrementado las exploraciones de hongos microscópicos.

Siendo Veracruz uno de los estados con mayor riqueza natural del país, la exploración de ecosistemas como los manglares, humedales y selvas requieren de mayor atención en cuanto a la exploración micológica, ya que con seguridad resguardan una invaluable diversidad de especies microscópicas que corren el riesgo de desaparecer por la constante deforestación y transformación de los ecosistemas en las zonas tropicales de nuestro país.

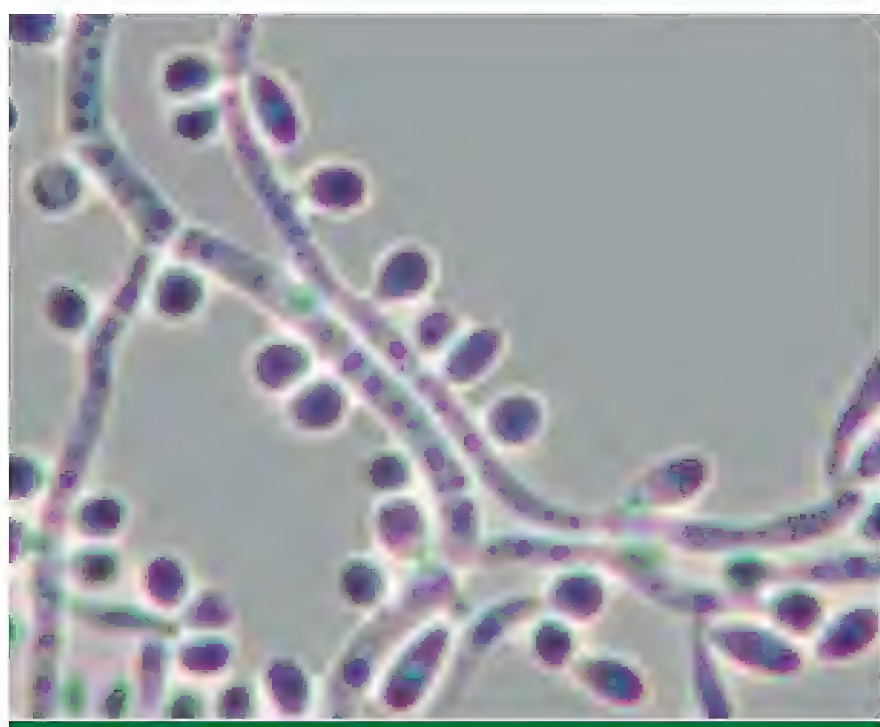


FIGURA 12. *Chrysosporium georgiae*. Especie queratinolítica, con largos micelios y esporas esféricas.

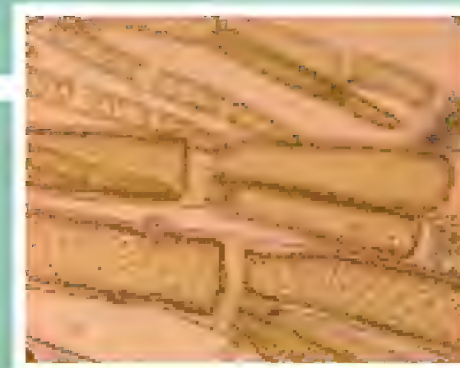
AGRADECIMIENTOS. Se agradece a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (proyectos P030 y B139), al Programa CYTED (Red Iberoamericana sobre diversidad, ecología y uso de los hongos microscópicos; REDEMIC XII.J) y al fondo Semarnat-Conacyt (proyecto “BIO-CAFE”, clave 903-60) por los apoyos otorgados en la disponibilidad de becas, en la financiación para la adquisición de materiales y la realización de intercambios científicos interinstitucionales.

LITERATURA CITADA

- AGRIOS, G.N., 1985, *Fitopatología*, Limusa, México, 756 pp.
- ARIAS, R.M., Heredia, G. y M. Reyes Estebanez, 2000, Primer registro para México de cinco especies de hongos conidiales helicospóricos, *Revista Mexicana de Micología* 16: 27-32.
- BILLS, G.F., M. Christensen, M. Powell y G. Thorn, 2004, Saprobic soil fungi, en G.M. Muller, G.F. Bills & M.S. Foster (eds.), *Biodiversity of Fungi. Inventory and Monitoring Methods*, pp. 271-302.
- CASTAÑEDA Ruiz, R. y G. Heredia, 2000a, *Carrismyces*, a new genus of hyphomycetes from a cloud forest in Mexico, *Mycotaxon* 76: 125-130.
- , 2000b, Two new dematiaceous Hyphomycetes on *Cyathea* from Mexico, *Cryptogamie Mycologie* 21 (4): 221-228.
- CASTAÑEDA RUIZ R., G. Heredia, M. Reyes, R.M. Arias y C. Decock, 2001, A revision of the genus *Pseudospiropes* and some new taxa, *Cryptogamie Mycologie* 22 (1): 3-18.
- GRANDI, P.R., 1996, Hyphomycetes on *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müell. Arg. leaf litter from the ecological reserve Juréia-Itatins, state of São Paulo Brazil, *Mycotaxon* 60: 373-386.
- GRAY, N.F., 1987, Nematophagous fungi with particular reference to their ecology, *Biological Reviews* 62: 245-304.

- GUERRA, T.P., L.J. Galán, H. Medrano, C. García, C. Rodríguez, R.A. Gómez y R.S. Tamez, 2001, Bioinsecticidas: su empleo, producción y comercialización en México, *Ciencia UANL* IV (2): 152.
- GUZMÁN, G., 1998, Inventorying the fungi of Mexico, *Biodiversity and Conservation* 7: 369-384.
- HAWKSWORTH, D.L., 1991, The fungal dimension of biodiversity: Magnitude, significance, and conservation, *Mycological Research* 95: 641-655.
- , 2001, The magnitude of fungal diversity: the 1.5 million species estimate revisited, *Mycological Research* 105: 1422-1432.
- HEREDIA G., 1994, Hifomicetes dematiáceos en bosque mesófilo de montaña. Registros nuevos para México, *Acta Botánica Mexicana* 27: 15-32.
- HEREDIA G., A. Mercado Sierra y J. Mena Portales, 1995, Conidial fungi from leaf litter in a mesophilic cloud forest of Veracruz, Mexico, *Mycotaxon* 55: 473-490.
- HEREDIA, G. y M. Reyes Estebanez, 1999, Hongos conidiales de bosque mesófilo: algunas especies folícolas y de la hojarasca desconocidas para México, *Revista Mexicana de Micología* 15: 79-88.
- HEREDIA, G., R.M. Arias, M. Reyes Estebanez y R. Castañeda-Ruiz, 2002a, New anamorph fungi with rhombic conidia from Mexican tropical forest, *Fungal Diversity* 11: 99-107.
- HEREDIA, G., R.M. Arias y M. Reyes Estebanez, 2002b, Aspectos morfológicos y fisiológicos de *Hobsonia mirabilis* (Peck) Linder, Hifomiceto helicospórico registrado por primera vez para México, *Acta Botánica Mexicana* 61: 1-7.
- HEREDIA, G., M. Reyes, R.M. Arias, J. Mena-Portales y A. Mercado-Sierra, 2004, Adiciones al conocimiento de la diversidad de los hongos conidiales del bosque mesófilo de montaña del estado de Veracruz, *Acta Botánica Mexicana* 66: 1-22.
- HEREDIA, G., R.M. Arias, J. Mena-Portales y A. Mercado-Sierra, 2006, Adiciones al conocimiento de los hongos conidiales del bosque mesófilo de montaña del estado de Veracruz. II, *Acta Botánica Mexicana* 77: 15-25.
- HERRERA, T. y M. Ulloa, 1990, *El Reino de los hongos. Micología básica y aplicada*, Fondo de Cultura Económica, México, 552 pp.
- KENDRICK, B., 1992, *The Fifth Kingdom*, Focus Texts, Newburyport MA, 406 pp.
- MAGGI, O. y A.M. Persiani, 1984, Analisis micologica del suolo, en S. Riess, A. Rambelli, O. Maggi, A.M. Persiani e S. Onori, *Studi micologici preliminari nella zona cafeeicola di Xalapa, Veracruz, México*, Istituto Italo-Latino Americano, pp. 10-26.
- MENA-PORTALES, J., G. Heredia y A. Mercado Sierra, 1995, Especies de *Bipolaris* y *Curvularia* halladas sobre hojas de *Quercus* y *Liquidambar* en el estado de Veracruz, México, *Revista Mexicana de Micología* 11: 109-121.
- MENA-PORTALES, J., A. Mercado Sierra y G. Heredia, 1998, *Ancorasporella*, a new genus of hyphomycetes from Mexico, *Mycological Research* 102: 736-738.
- MERCADO SIERRA, A. y G. Heredia, 1994, Hyphomycetes asociados a restos vegetales en el estado de Veracruz, México, *Revista Mexicana de Micología* 10: 33-48.
- MERCADO SIERRA, A., G. Heredia y J. Mena Portales, 1995, New species of dematiaceous hyphomycetes from Veracruz, México, *Mycotaxon* 55: 473-490.
- , 1997, Tropical hyphomycetes of Mexico I. New species of *Hemicorynespora*, *Piricauda* and *Rhinoctadium*, *Mycotaxon* 63: 155-167.
- ONOFRI, S., 1984, Analisis micologica della letteiera, en S. Riess, A. Rambelli, O. Maggi, A.M. Persiani e S. Onofri. *Studi micologici preliminari nella zona cafeeicola di Xalapa, Veracruz, México*, Istituto Italo-Latino Americano, pp. 27-31.
- SUBRAMANIAN, C.V., 1983, *Hyphomycetes Taxonomy and Biology*, Academic Press Inc. London, 459 pp.
- TISDALL, J.M., S.E. Smith y P. Rengasamy, 1997, Aggregation of soil by fungal hyphae, *Australian Journal of Soil Research* 35:55-60.

Macroalgas bentónicas marinas: conocimiento actual



Araceli Ramírez Rodríguez
Roberto Blanco Pérez

INTRODUCCIÓN

A pesar de la importancia que las algas representan como productoras de alimento para larvas de especies pesqueras como camarón, ostión, jaibas, langostinos, entre otras; como productores del 90 % del oxígeno que respiramos, así como las diversas sustancias extraídas de ellas, para su uso en diversas industrias como alimentarias, cosmetológicas y farmacéuticas, entre otras, se considera que han sido poco estudiadas. Desde 1753 Carlos Linneo usó el término “algas” para referirse a una categoría taxonómica que engloba a organismos de características semejantes, pero en la actualidad ya es poco utilizado como un nombre común, sobre todo si se consideran características de ultraestructura celular y estudios filogenéticos moleculares, como los expuestos en el reciente trabajo de Adl *et al.* (2005).

Las macroalgas, además del papel que les corresponde como productores primarios, dentro de los grandes grupos de organismos fotosintetizadores,

también sirven de refugio y/o casa a una fauna diversa en tallas, formas y especies.

Ni en los litorales intermareales rocosos, ni en arrecifes coralinos o cercano a éstos, de las aguas marinas de Veracruz, se encuentran especies de algas que vivan en grandes densidades como existen en lugares de latitudes altas o cuando menos influenciados por corrientes frías, como es el caso de las aguas marinas de la península de Baja California, enfriadas por la corriente de Alaska, gracias a la cual crecen los grandes bosques de *Macrocystis pyrifera* y otras algas gigantes también cafés, que se utilizan para extraer alginatos que a su vez se emplean en diversas industrias. En Veracruz se encuentran algas en densidades menores pero importantes para aprovecharse industrialmente como es el caso de *Gelidium cartilagineum* y otras Gelidiales, como *Gigartina canaliculata*, importantes por el agar y carragenina que de ellas se extraen respectivamente y con empleos distintos en múltiples industrias (figura 1).



FIGURA 1. *Gelidium floridanum*. Vista superficial de un ramo con tetrasporangios ovalados (Foto: Natalia Vásquez Fernández Laboratorio de Ficología, Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana).

En las aguas del Golfo de México que flanquean el litoral veracruzano, existen algunas macroalgas como *Sargassum filipendula*, *Spatoglossum schroederi* y varias especies de *Gracilaria* de tallas considerables, con posibilidades para realizar algunos ensayos de cultivo *in situ* o en estanques, sobre todo con esta última, que se puede reproducir asexualmente por fragmentación bastante bien y sin necesidad de fijarse a ningún sustrato. Desde luego se requiere de cierta infraestructura, que difícilmente se cuenta en las instituciones de investigación del estado de Veracruz. Debe intentarse la formulación de programas de desarrollo integral de la maricultura veracruzana, incluyendo a las macroalgas arriba citadas, con buenas perspectivas de cultivo (Blanco-Pérez y Ramírez-Rodríguez, 2002).

Varias especies de algas, tanto unicelulares como multicelulares se han logrado tecnificar en cultivos masivos para fines alimenticios de varias especies animales incluyendo al hombre, así como para extraer diversas sustancias como agar, alginatos, carrageninas y metabolitos secundarios, que se utilizan en diversas industrias.

ANTECEDENTES

Los litorales del estado de Veracruz han sido objeto del interés de ficólogos desde principios de los años sesentas, emprendiendo investigaciones de enfoques fundamentalmente florísticos, intentando inventariar la flora ficológica. Sin embargo, existe un vacío en el contexto de estudio, que no ha tenido una planeación o directriz global, con la finalidad de hacer estudios específicos que esclarezcan una problemática taxonómica, con una caracterización a nivel de grupos para profundizar en el conocimiento de la flora de estas costas (González-González *et al.*, 1994).

La primera contribución de las algas en litorales veracruzanos es la de Huerta (1960), otros estudios se muestran en el cuadro 1 que resume los trabajos realizados en el litoral veracruzano (cuadro 1).

DIVERSIDAD

Del análisis bibliográfico de las especies de algas registradas para las costas del estado de Veracruz resultó un total de 452 especies, distribuidas en los siguientes taxa: Rhodophyta 235 (52.1 %) Chlorophyta 124 (27.4 %), Phaeophyta 64 (14.2 %) y Cyanophyta 29 (6.3 %) (figura 2).

Se ha estudiado un total de 37 localidades a lo largo de la costa veracruzana, de las cuales Arrecife Blanquilla, Enmedio, Barra de Tuxpan, hasta llegar a Punta Delgada, Boca Andrea, Punta Villa Rica, Playa Paraíso, Isla Verde y Playa Mocambo concentran el mayor número de estudios.

DISTRIBUCIÓN

Como es de esperarse la ficodiversidad se localiza principalmente en aquellas localidades que han sido más visitadas por los investigadores como se puede observar en la lista de localidades (cuadro 2). La dis-

CUADRO 1. Estudios de macroalgas bentónicas en los litorales rocosos y arrecifes del estado de Veracruz.

AUTOR	ZONA DE ESTUDIO	ENFOQUE
1. Huerta, 1960	Litorales del estado de Veracruz	L
2. Humm y Hildebrand, 1962	Costas de Veracruz	F
3. Huerta y Garza, 1964	Arrecifes Tuxpan, Blanquilla y Lobos.	L
4. Campa, 1965	Costas de Veracruz	F
5. Díaz, 1966	Arrecife Blanquilla	F
6. Sánchez- Rodríguez, 1967	Monte Pío	L
7. Garza-Hernández, 1969	Arrecifes Tuxpan, Enmedio y Tangüijo	F
8. Chávez <i>et al.</i> 1970	Arrecife Lobos	E
9. Flores, 1975	Playa Paraíso	F
10. Ramírez-Rodríguez, 1975	Villa Rica	F
11. Ramírez-Rodríguez, 1978	Escolleras de Veracruz	F
12. Sánchez-Rodríguez, 1980	El Morro, Boca Andrea, Laguna Verde, Villa Rica, Monte Pio	L
13. Castañeda, 1985	Barra de Cazones	F
14. Mendoza y Mateo, 1985	Islas de Sacrificios y Santiaguillo	F
15. Valenzuela, 1987	Playa Escondida	F
16. González, 1989	Arrecifes Blanquilla, Verde y Sacrificios	E
17. Britton y Morton, 1989	Golfo de México	E
18. Rojas, 1990	Tuxpan	F
19. Ramírez-Rodríguez, 1990	Costas de Veracruz	F
20. Lehman y Tunnell, 1992	Arrecife de Enmedio	E
21. Mateo-Cid y Mendoza- González, 1996	Isla Verde	F
22. Lozada, 2000	Boca Andrea	F
23. Guerrero, 2001	Punta Delgada, Villa Rica, Playa Paraíso, Mocambo	F
24. Lagunes, 2002	Costas rocosas de Veracruz	F
25. Ramírez-Rodríguez , 2002	Litorales veracruzanos	F
26. Orduña, 2004	Isla de Sacrificios	F
27. Vásquez, 2007	Lechuguillas	F

Clave: L= Listas taxonómicas; F= Florísticos; E= Ecológicos

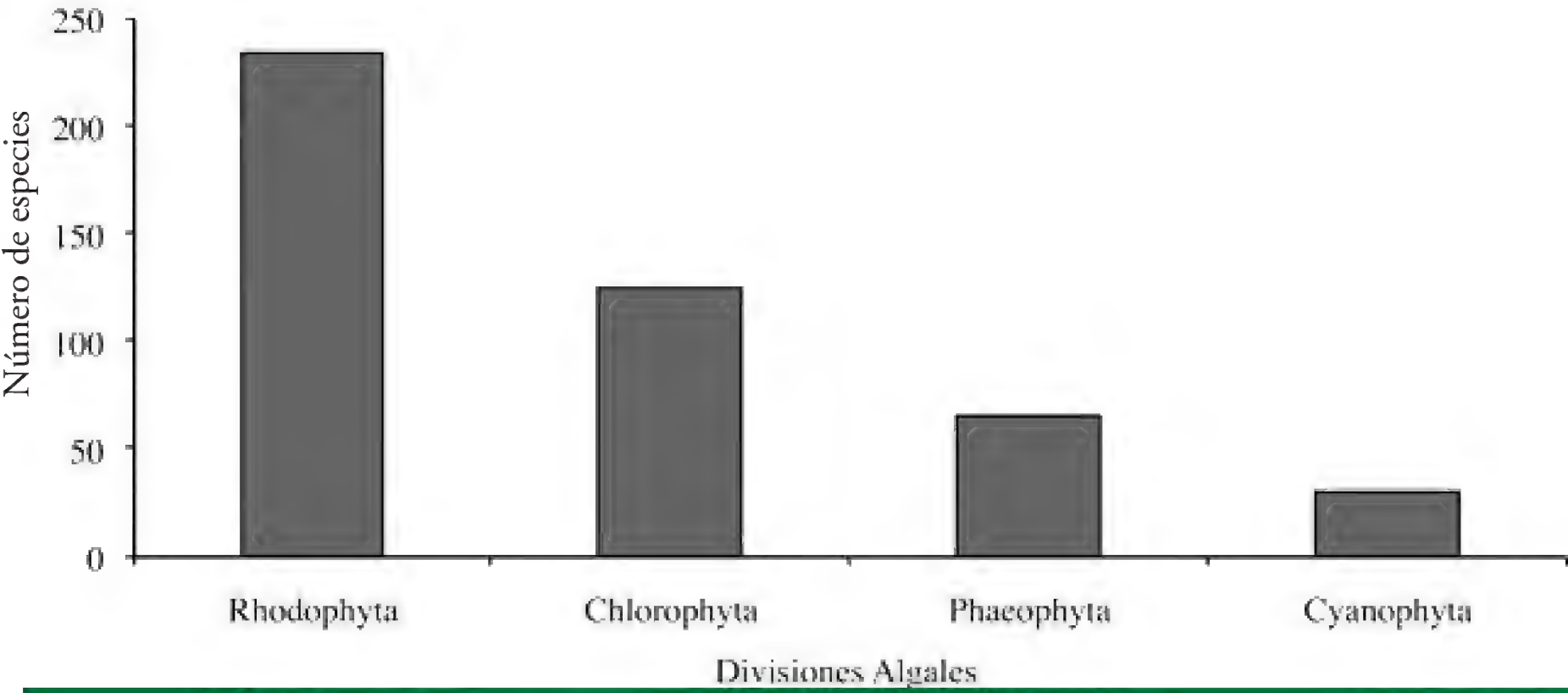


FIGURA 2. Número de especies por divisiones algales: Rhodophyta 235, Chlorophyta 124, Phaeophyta 64 y Cyanophyta 29.

tribución de la ficodiversidad está determinada por la temperatura, luz y por el sustrato que propicia el arraigo como lo es el rocoso, pedregoso, arenoso y las escolleras, todos expuestos a las mareas que en conjunto determinan la riqueza específica algal.

La mayoría de los estudios consultados se ha realizado a nivel intermareal. Se necesitan estudios a nivel inframareal que nos den información de su riqueza algal. Además a futuro los estudios prioritarios serán con enfoques ecológicos y taxonómicos en una segunda aproximación.

En los arrecifes veracruzanos predominan rodofitas y clorofitas cuyo sustrato hace que las especies sean típicas de estos ambientes como *Jania adhaerens*, *J. capillacea* y *Pneophylum fragile* (cuadro 2).

Las especies de rodofitas frecuentes por estar citadas en 22 localidades distribuidas a lo largo de los litorales del estado de Veracruz son *Acanthophora spicifera*, *Hypnea musciformis*, *Digenea simplex*, *Laurencia obtusa* y *L. papillosa* así como *Gelidium crinale* y *Gracilaria cervicornis*, estas dos últimas con posibilidades de explotación por extraerse de ellas agaroides.



FIGURA 3. *Cladophora vagabunda*. Vista superficial del talo al microscopio (Foto: Natalia Vásquez Fernández).

CUADRO 2. Lista de localidades del estado de Veracruz y sus respectivas referencias.

LOCALIDADES Y MUNICIPIOS	REFERENCIAS
Laguna de Tamiahua, Cerro Azul	4,17
Cabo Rojo, Pueblo Viejo	4,17,25
Arrecife de Blanquilla (Norte) Tuxpan	3,4,5,16,18,25
Arrecife Lobos, Tuxpan	3,4,8,16,25
Isla Lobos, Tuxpan	4,25
Arrecife Tangüüjo, Tuxpan	7,25
Arrecife Enmedio, Tuxpan	7,20,25
Arrecife de Tuxpan, Tuxpan	1,4,7,25
Barra de Tuxpan, Tuxpan	3,4,18,24,25
Barra de Cazones, Cazones de Herrera	13,25
Tecolutla, Tecolutla	4
Lechuguillas, Vega de Alatorre	27
Punta Delgada, Alto Lucero	4,23,24,25
Playa el Morro, Alto Lucero	12,16,17,25
Playa Boca Andrea, Alto Lucero	4,12,22,23,24,25
Laguna Verde, Alto Lucero	12,25
Punta Villa Rica, Actopan	10,12,24,25
Playa Paraíso, Actopan	9,23,25
Arrecife Hornos, Veracruz	4,25
Punta Hornos, Veracruz	4,25
Playa Villa del Mar, Veracruz	11,19,25
San Juan de Ulúa, Veracruz	10,25
Veracruz, Veracruz	24
Arrecife Blanquilla, Boca del Río	4,5
Isla de Sacrificios, Boca del Río	1,4,14,16,25,26
Isla Santiaguillo, Boca del Río	14,16,25
Arrecife el Giote, Boca del Río	25
Isla de Enmedio, Boca del Río	1,4,25
Punta Antón Lizardo, Boca del Río	4,25
Isla Verde, Boca del Río	1,16,21,25
Arrecife de Pescadores, Boca del Río	1,25
Penacho del Indio, Boca del Río	25
Playa de Mocambo, Boca del Río	1,10,11,19,23,25
Playa Hotel Pensiones, Boca del Río	1,25
Boca del Río, Boca del Río	1,4,25
Playa escondida, San Andrés Tuxtla	15,25
Monte Pío, San Andrés Tuxtla	1,6,12,24,25

Nota: Los números representan a los autores que se enumeran en el Cuadro 1 que han trabajado estas localidades.



FIGURA 4. *Padina gymnospora*. Hábito del talo (Foto: Natalia Vásquez Fernández).

Las especies de clorofitas más citadas son: *Enteromorpha flexuosa*, *E. lingulata*, *Cladophora vagabunda* (figura 3), *Caulerpa racemosa*, *Ulva lactuca* y *U. fasciata* esta última llega a medir hasta 8 m. de longitud en el Penacho del Indio, Mpio. de Boca del Río, en arrecifes abundan *Halimeda opuntia* y *Rhipocephalus phoenix*, entre otras.

Entre las especies de feofitas mejor representadas destacan *Hinckesia mitchelliae*, *Dictyota cervicornis*, *D. menstrualis*, *Padina gymnospora* (figura 4) y *Colpomenia sinuosa*, son conspicuas *Sargassum vulgare*, *S. filipendula* y *S. natans*, importantes por extraerse de ellas alginatos en otros países.

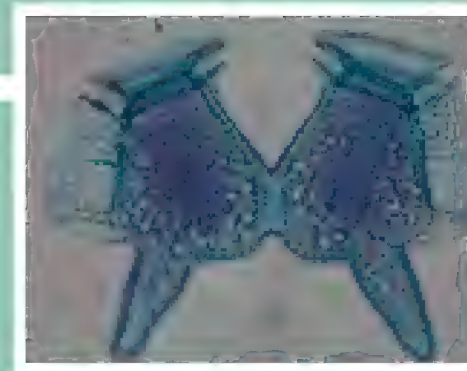
LITERATURA CITADA

- BLANCO-PÉREZ, R. y A. Ramírez-Rodríguez, 2002, *Micro y macroalgas marinas. La pesca en Veracruz y sus perspectivas de desarrollo*, Sagarpa, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, pp. 75-84.
- BRITTON, J. C. y B. Morton, 1989, *Shore Ecology of the Gulf of Mexico*, University of Texas Press, Austin, EUA, 387 pp.
- BRUMMITT, R. K. y C. E. Powell, 1992, *Authors of Plants Names*, The Board of the Trustees Royal Botanic Gardens, Kew, England, 732 pp.
- CAMPA DE GUZMÁN, S. de la, 1965, Notas preliminares sobre un reconocimiento de la flora marina del estado de Veracruz, *Anales de Instituto de Investigaciones Biológico Pesqueras* 1: 7-49, 28 mapas.
- CASTAÑEDA, F. A. E., 1985, *Contribución al conocimiento florístico-ecológico de las algas marinas bénticas en Barra de Cazones, municipio de Cazones de Herrera, Veracruz, México*, tesis profesional de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Universidad del Noreste, Tampico, Tamps., 102 pp.
- CHÁVEZ, E. A., E. Hidalgo y M. L. Sevilla, 1970, Datos acerca de las comunidades bentónicas del Arrecife Lobos, Veracruz, *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 31: 211-280.
- DAWSON, E. Y., 1962, Una clave ilustrada de los géneros de algas bénticas del Pacífico de la América Central, *Pac. Nat. Beaud. Found. Biol. Research*. 1(1): 167-231.
- DRECKMANN, K. M., 1998, *Clasificación y nomenclatura de las macroalgas marinas bentónicas del Atlántico Mexicano*, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- DÍAZ, G. J., 1966, *Estudio preliminar de la sistemática y distribución de la flora marina del arrecife La Blanquilla, Veracruz*, tesis profesional, Facultad de Ciencias. UNAM, México, 55 pp.
- FLORES, D. J. G., 1975, *Estudio florístico estacional de las algas marinas macroscópicas en los alrededores de la Playa Paraíso, Veracruz*, tesis profesional, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, 77 pp.
- GARZA-HERNÁNDEZ, A., 1969, *Contribución al conocimiento de la vegetación algológica de los arrecifes de Tuxpan, Enmedio y Tangüijo del estado de Veracruz*, tesis profesional, Facultad de Ciencias Biológicas, UANL, Nuevo León, 47 pp.
- GONZÁLEZ G. J. A., 1989, *Ecología de la ficoflora estacional de los arrecifes coralinos de las islas: La Blanquilla*

- (*Peyote*), *Verde y Sacrificios*, Veracruz, tesis profesional, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, 65 pp.
- GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, J., 1994, Las algas: sistemática de un grupo filogenético, en J. Llorente Bousquets e I. Luna Vega (comps.), *Taxonomía Biológica*, Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica México, pp. 299-331.
- GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, J., M. Gold-Morgan, H. León Tejera, C. Candelaria-Silva, D. León Álvarez, E. Servièrre-Zaragoza y D. T. Fragoso, 1996, Catálogo Onomástico (Nomenclator) y bibliografía indexada de las algas bentónicas marinas de México, Cuaderno 29. *Cuadernos del Instituto de Biología*, UNAM, 492 pp.
- GUERRERO, L. L. A., 2001, *Epífitas de Sargassum vulgare C. Agardh y S. filipendula C. Agardh, del litoral rocoso del estado de Veracruz, México*, tesis profesional, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, 59 pp.
- HUERTA, M. L. 1960, Lista preliminar de las algas del litoral del estado de Veracruz. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 25: 39-45.
- HUERTA, M. L. y A. M. Garza-Barrientos, 1964, Algas marinas de la Barra de Tuxpan y de los arrecifes Blanquilla y Lobos, *Annal. Esc. Nal. Cienc. Biol.* 8(1-4): 5-21.
- HUMM, H. J. y H. Hildebrand, 1962, Marine Algae from the Gulf Coast of Texas and Mexico. *Publ. Inst. Mar. Sci.* 8: 227-268.
- HUMM, H. J. y S. R. Wicks, 1980, *Introduction and Guide to the Marine Bluegreen Algae*. A. Wiley-Interscience Publication. USA. 194 pp.
- LAGUNES, R. Ma. L., 2002, *Morfometría de las algas corallinas no geniculadas (Corallinaceae: Rhodophyta) de las costas rocosas veracruzanas*, tesis profesional, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, 52 pp.
- LEHMAN, R. L. y J. W. Tunnell, 1992, Species composition and ecology of the macroalgae of Enmedio Reef, Veracruz, Mexico. *Corpus Christi State University, Corpus Christi* 44(4): 445-457.
- LOZADA, R. J. R., 2000, *Comparación de ambientes particulares y comunidades algales en Boca Andrea, Ver. México*, tesis profesional, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa. Veracruz, 61 pp.
- MATEO-CID, L. E. y A. C. Mendoza-González, 1996, Algas marinas de Isla Verde, Veracruz, México. *Acta Bot. Mex.* 36: 59-75.
- MENDOZA-GONZÁLEZ, A. C. y L. E. Mateo-Cid, 1985, Contribución al conocimiento de la flora marina bentónica de las Islas Sacrificios y Santiaguillo, Veracruz, México. *Phytologia* 59(1): 9-16.
- ORDUÑA, M. R.E., 2004, *Distribución y abundancia de la ficroflora en la llanura arrecifal Isla Sacrificios, Veracruz, México*, tesis profesional, Facultad de Biología. Universidad Veracruzana, Xalapa. Veracruz, 124 pp.
- RAMÍREZ-RODRÍGUEZ, M. L. A., 1975, *Contribución al conocimiento de las algas marinas del litoral rocoso de Villa Rica, Veracruz*, tesis profesional, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, 65 pp.
- RAMÍREZ-RODRÍGUEZ, M. L. A., 1978. Las algas marinas de las escolleras de Veracruz, Veracruz, VII Congreso Mexicano de Botánica, México, D. F. *Resúmenes* (17): 10-11.
- , 1990, Rhodophyta de México. Monografía del Orden Ceramiales. *Ceramium y Polysiphonia* en el Estado de Veracruz, México. II Congreso de Ciencias del Mar. 23ª Reunión de Asociación de Laboratorios Marinos del Caribe, La Habana, Cuba, 126 p.
- , 2002, *El género Laurencia Lamouroux (Ceramiales-Rhodophyta) en el estado de Veracruz*, tesis de maestría en ciencias. Facultad de Ciencias, UNAM, 136 pp.
- ROJAS, R. M., 1990, *Contribución al conocimiento de las algas Phaeophyta, Chlorophyta y Rhodophyta de las escolleras de la barra norte de Tuxpan, Veracruz, con especial referencia a las algas epífitas de las mismas*, tesis profesional, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Tuxpan, Veracruz, 61 pp.

- SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, M. E., 1967, Flora marina de Monte Pío, Estado de Veracruz, México. *Annal. Esc. Nac. Cienc. Biol.* 14:(14): 9-18.
- , 1980, Ficoflora del sustrato rocoso dentro de las costas del Golfo de México. *Biol. Inst. Oceanogr.* 29:(2): 347-350.
- TAYLOR, W. R., 1960, *Marine Algae of the Eastern Tropical and Subtropical Coasts of the Americas*. Univ. Mich. Press Ann. Arbor., Mich. 870 pp.
- VALENZUELA, D.H., 1987, *Contribución al conocimiento de la vegetación marina del litoral rocoso de Playa Escondida. Veracruz*, tesis profesional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, I. P. N., México, 121 pp.
- VÁSQUEZ, F. N., 2007, *Ficoflora estacional del litoral (rocoso, pedregoso, arenoso) de la localidad de Lechugillas, municipio de Vega de Alatorre, Veracruz, México*, tesis profesional, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, 143 pp.
- WYNNE, M. J., 1998, A checklist of Benthic Marine Algae of the Tropical and Subtropical western Atlantic: first revision. *Nov. Hedw.* 116: 1-115.

Diversidad de microalgas marinas y de aguas salobres



Yuri B. Okolodkov
Roberto Blanco Pérez

INTRODUCCIÓN

Las algas, como se entiende usualmente, son plantas inferiores fotosintéticas, principalmente de ambiente acuático. Es un grupo de organismos heterogéneo relacionado por su origen con varios grupos taxonómicos de heterótrofos. En el presente, con base en los datos de morfología, incluyendo la ultraestructura celular, genética y biología molecular se pueden distinguir por lo menos 16 divisiones de algas. Microalgas es un término que se aplica a las algas microscópicas, que el ojo humano sólo puede ver por medio de un microscopio por su tamaño. Las microalgas, especialmente en el ambiente marino, son las productoras principales del oxígeno en nuestro planeta y base de las redes tróficas como alimento para los organismos herbívoros.

El conocimiento sobre las microalgas marinas en el estado de Veracruz es muy pobre comparado con las aguas circundantes a la península de Yucatán. Se conocen solamente algunos artículos en revistas nacionales (Margalef, 1975; Santoyo y Signoret,

1975, 1988; Barón-Campis *et al.*, 2005; Okolodkov, 2008) y cinco artículos en revistas internacionales, dos de los cuales están dedicados a toda la parte sur del Golfo de México (Guerra-Martínez y Lara-Villa, 1996; Figueroa-Torres y Weiss-Martínez, 1998, 1999; Martínez-Arroyo *et al.*, 2000; Licea *et al.*, 2004a). Además, durante el periodo de 1974 a 2006, se presentaron cerca de 28 tesis en su mayoría a nivel licenciatura, algunos informes (Ramírez-Granados, 1963; Avendaño-Sánchez y Sotomayor-Navarro, 1982; Moreno-Ruiz *et al.*, 1994), varios trabajos de divulgación y, aproximadamente, 26 resúmenes en congresos nacionales, incluyendo tres resúmenes en extenso (Sánchez-Hidalgo y Anda, 1974a; Gómez-Aguirre y Licea, 1998; Licea *et al.*, 2004b).

RIQUEZA DE ESPECIES

Los datos publicados sobre la riqueza y diversidad de especies de microalgas planctónicas están relacio-

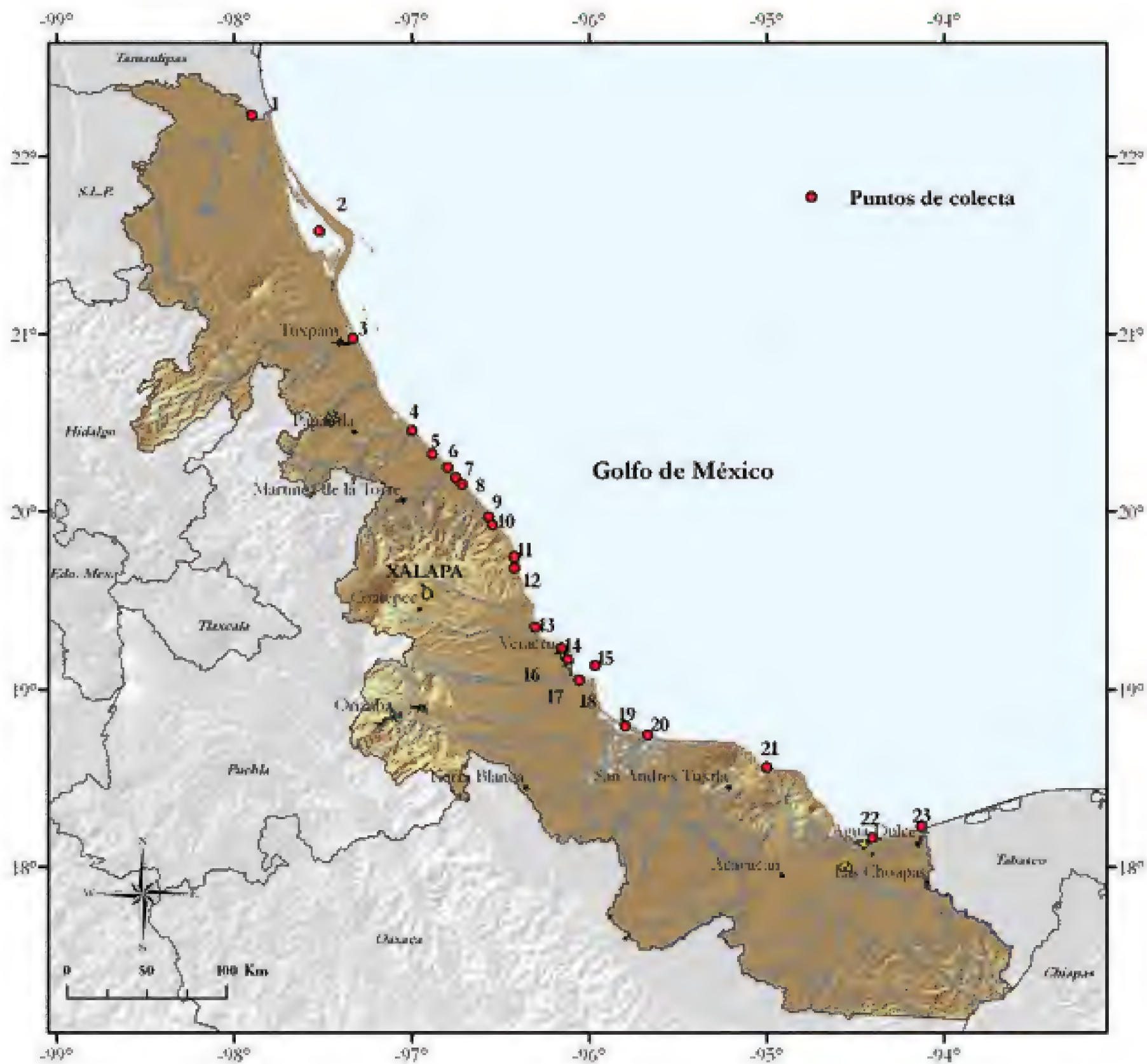


FIGURA 1. Sitios de muestreo de microalgas marinas y salobres en el estado de Veracruz: 1. Laguna Pueblo Viejo; 2. Laguna Tamiahua; 3. Laguna de Tampamachoco; 4. Estuario Casitas-Nautla; 5. Laguna Chica y Laguna Grande; 6. Laguna San Agustín; 7. Punta Delgada; 8. Boca Andrea; 9. Laguna Salada; 10. Punta Limón; 11. Laguna el Llano; 12. Laguna de la Mancha y la Playa Paraíso; 13. Estuario del río La Antigua; 14. Fortaleza San Juan Ulúa; 15. Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano; 16. Escolleras de Mocambo; 17. Boca del Río (estuario del río Jamapa); 18. Laguna de Mandinga; 19. Laguna Alvarado; 20. Estuario del río Papaloapan; 21. Laguna Sontecomapan; 22. Estuario del río Coatzacoalcos; 23. Estuario del río Tonalá.

nados con el Golfo de México y el Mar Caribe en general, a veces incluyen los estrechos de Florida y las aguas costeras de Cuba. Éstos fueron obtenidos durante los cruceros oceanográficos casi exclusivamente en la zona oceánica (Roujiyaynen *et al.*, 1971; Zernova y Krylov, 1974; López-Baluja *et al.*, 1992). La revisión de las investigaciones rusas y cubanas en esta región durante el periodo de 1962 a 1984, con base en 2 070 estaciones planctológicas durante no menos de 34 cruceros, fue anteriormente publicada (Okolodkov, 2003). Las diatomeas son más diversas en la zona costera y los dinoflagelados en la zona oceánica. En la región del Golfo de México y Mar Caribe, la riqueza de especies fitoplanctónicas más alta se observó en el estrecho de Yucatán y la parte suroeste del Golfo de México. Licea *et al.* (2004a), con base en los datos de 11 cruceros en el periodo de 1979 a 2002, publicaron la lista de dinoflagelados que incluye 252 especies. Durante algunos cruceros en el estado de Veracruz, las muestras se obtuvieron principalmente de la zona costera de todo el estado.

GRUPOS MAYORES TAXONÓMICOS

Cianofitas

Las especies del género *Oscillatoria* Vaucher *ex* Gomont (*O. erythraea* (Ehrenb.) Kütz., *O. thiebautii* Gomont, *O. formosa* Gomont, *O. tenuis* C. Agardh *ex* Gomont, *O. tenerima* ([Kütz.] Prain) son comunes en lagunas y en el mar abierto del estado de Veracruz (Suchil-Vilchis, 1990; Zamudio-Reséndiz, 1998). En el transecto, frente al río Coatzacoalcos, las especies de *Synechococcus* Nägeli y *Oscillatoria* fueron más abundantes en marzo del 2000 (Estradas-Romero, 2004). En esteros del municipio de Tecolutla, los géneros *Oscillatoria*, *Merismopedia* Meyen y *Spirulina* Turpin *ex* Gomont son significativos (Delon-Capellini, 1984). En lagunas también se encontraron varias

especies de *Anabaena* (Bory) Bornet *et* Flahault, *Aphanocapsa* Nägeli, *Coelosphaerium* Nägeli, *Johannesbaptistia* G. De Toni, *Komvophoron* Anagn. *et* Komárek, *Lyngbya* C. Agardh *ex* Gomont, *Merismopedia* Meyen, *Microcoleus* Desm. *ex* Gomont, *Microcystis* Lemmerm., *Nostoc* Vaucher *ex* Bornet *et* Flahault, *Planktolyngbya* Anagn. *et* Komárek, *Pseudonanabaena* Lauterborn, *Schizothrix* Kütz. *ex* Gomont y *Spirulina* (Margalef 1975; Jiménez-Aponte, 1988; Suchil-Vilchis, 1990; Méndez-Delon, 1991; Ortega-Zapata, 1991; Legarías-Moreno, 2003; Aké-Castillo, 2006). En la Laguna Alvarado se encontraron las bacterias quimiosintéticas *Beggiatoa* Trevis., morfológicamente similares a las cianofitas (Margalef, 1975).

Criptofitas

Los únicos organismos identificados a nivel de género (*Rhodomonas* G. Karst.) se reportaron de la Laguna Alvarado por Margalef (1975).

Diatomeas

Las primeras observaciones sobre diatomeas en el Golfo de México fueron realizadas por Schmidt *et al.* (1874-1959), principalmente en la Bahía de Campeche. Algunos estudios se dedican a unos géneros o especies seleccionadas (Soto-Cadena y Figueroa-Torres, 1989; Zamudio-Reséndiz y Moreno-Ruiz, 1989; Moreno-Ruiz, 1990; Licea, 1992; Hernández-Becerril y Flores-Granados, 1998; Aké-Castillo *et al.*, 1994, 1995, 2000, 2004).

Diferentes autores mencionan hasta 210 especies de diatomeas del sureste del Golfo de México incluyendo el estado de Veracruz (Sánchez-Hidalgo y Anda, 1974a, b, 1989; Sánchez-Juárez Arrieta, 1989; Zamudio-Reséndiz, 1998; Meza-Hernández, 1999; García-Reséndiz, 2003; Estradas-Romero, 2004). La mayor diversidad de especies planctóni-

cas está conformada por *Chaetoceros* Ehrenb., *Navicula* Bory, *Nitzschia* Hassall, *Thalassiosira* Cleve, *Rhizosolenia* Brightw., *Coscinodiscus* Ehrenb. Los géneros *Thalassiosira*, *Nitzschia* y *Chaetoceros* incluyen la mayor parte de los taxa no identificados a nivel de especie. Además de los géneros mencionados, una diversidad relativamente alta de especies contenía a *Asteromphalus* Ehrenb. y *Pleurosigma* W. Smith. En las lagunas Sontecomapan y del Ostión y en la zona estuarina del río La Antigua, la riqueza de especies de diatomeas incluyó las especies marinas y dulceacuícolas (Hernández-Mendiola, 1988; Suchil-Vilchis, 1990; Ortega-Garrido, 1991; Aké-Castillo, 2006).

Crisófitas

Especies dulceacuícolas de los géneros *Characiopsis* Borzì, *Tribonema* Derbès et Solier y *Chrysosphaerella* Lauterborn se encontraron en el sistema lagunar de Vega de Alatorre (Jiménez-Aponte, 1988). Una especie de *Dinobryon* Ehrenb. se registró del estero Casitas en el estuario Casitas-Nautla (Ortega-Zapata, 1991).

Silicoflagelados

De la parte norte de Veracruz y Tamaulipas (Zamudio-Reséndiz, 1998) se mencionan aproximadamente siete especies de silicoflagelados, de ellas la mayoría corresponde al género *Dictyocha* Ehrenb.

Cocolitofóridos

El trabajo más importante sobre los cocolitofóridos del Golfo de México es el de Gaarder y Hasle (1971) quienes reportaron 33 taxa de cocolitofóridos. En el estado de Veracruz, este grupo de algas fue estudiado minuciosamente sólo por Zamudio-

Reséndiz (1998), quien menciona 20 taxa identificados a nivel genérico o específico para la parte norte de Veracruz y Tamaulipas, y García-Reséndiz (2003) quien identificó 31 especies de 20 géneros de cocolitofóridos en la región marina frente al río Coatzacoalcos, y al este en la Bahía de Campeche (en las aguas del estado de Veracruz se registraron 22 especies). Siete especies son nuevos registros para esta área. *Emiliana huxleyi* (Lohmann) Hay et H. Möhler y *Gephyrocapsa oceanica* Kamptner fueron las más abundantes y *Ceratolithus cristatus* Kamptner y *Discosphaera tubifera* G. Murray et Blackman se encontraron en todas las muestras de la columna de agua. Doce taxa de cocolitofóridos, en su mayoría no identificados, fueron citados por Estradas-Romero (2004) para la misma región. La dominancia de cocolitofóridos en la zona costera de Veracruz y Tamaulipas, en los periodos de muestreo (abril y noviembre del 1990), se considera como indicador del ambiente tropical oligotrófico (Zamudio-Reséndiz, 1998).

Clorofitas

Pocas especies no identificadas a nivel genérico han sido reportadas para el mar de la parte norte de Veracruz y Tamaulipas (Zamudio-Reséndiz, 1998). En lagunas costeras mixohalinas la presencia de desmídeas en general y de clorofitas de los géneros *Acanthochloris* Pascher, *Actinastrum* Lagerh., *Ankistrodesmus* Corda, *Binuclearia* Wittr., *Chlorococcum* Menegh., *Cladophora* Kütz., *Closteriopsis* Lemmerm., *Closterium* Nitzsch, *Coelastrum* Nägeli, *Crucigenia* Morren, *Eremosphaera* Bory, *Euastrum* Ehrenb. ex Ralfs, *Geminella* Szczechura, *Gonatozygon* Bory, *Micrasterias* C. Agardh ex Ralfs, *Microspora* Tour., *Mycacanthococcus* Hansg., *Oocystis* Nägeli, *Palmodictyon* Kütz., *Pediastrum* Meyen, *Protococcus* C. Agardh, *Rhizoclonium* Kütz., *Roya* W. West et G.S. West, *Scenedesmus* Meyen, *Schizogonium* Kütz., *Spirogyra* Link, *Staurostrum* Meyen,

Tetraëdron Kütz., *Tetrallantos* Teiling, *Tetraselmis* F. Stein, *Volvox* L., *Ulothrix* Kütz. y *Zygnemopsis* (Skuja) Transeau, fue debida al transporte de cuerpos continentales de agua dulce (Cruz, 1973; Margalef, 1975; Hernández-Mendiola, 1988; Jiménez-Aponte, 1988; Suchil-Vilchis, 1990; Méndez-Delon, 1991; Ortega-Zapata, 1991; Hernández-Becerril *et al.*, 1996; Legaría-Moreno, 2003).

Euglenofitas

Para las zonas estuarinas de Veracruz, se han mencionado algunas especies de los géneros *Euglena* Ehrenb., *Eutreptiella* Da Cunha, *Lepocinclis* Perty, *Phacus* Dujard. y *Trachelomonas* Ehrenb. (Margalef, 1975; Hernández-Mendiola, 1988; Ortega-Zapata, 1991; Aké-Castillo, 2006).

Dinoflagelados

Los dinoflagelados son un grupo taxonómico principalmente marino con un número de especies elevado en la zona tropical en comparación con las zonas templadas y polares. Los datos sobre la diversidad de dinoflagelados marinos de Veracruz, especialmente de las lagunas costeras, son escasos (Margalef, 1975; Ochoa-Figueroa, 1978; Echeverría-Valencia, 1983; Méndez-Delon, 1991; Ortega-Zapata, 1991; Zamudio-Reséndiz, 1998; Aquino-Cruz, 2002; Aquino-Cruz y Blanco-Pérez, 2002; Legaría-Moreno, 2003; García-Reséndiz, 2003; Estradas-Romero, 2004). En la zona oceánica del estado de Veracruz los géneros más importantes fueron *Ceratium* Schrank y *Protoperidinium* Bergh (Avendaño-Sánchez y Sotomayor-Navarro, 1982; Figueroa-Torres, 1990; Tejeda-Hernández, 2005; Okolodkov, 2008). La flora de dinoflagelados en las lagunas costeras es mucho más pobre que en el mar abierto del estado de Veracruz, probablemente debido a la inestabili-

dad en sus condiciones físico-químicas en las lagunas (Santoyo y Signoret, 1975).

En la parte sur del Golfo de México, de 1979 al 2002, han sido registradas 252 especies de dinoflagelados, y los géneros más importantes corresponden a *Ceratium* (49 especies), *Protoperidinium* (28), *Dinophysis* (24), *Oxytoxum* (21) y *Prorocentrum* (14) (Licea *et al.*, 2004b). Dadas las técnicas de muestreo y fijación usuales, los dinoflagelados atecados, que son organismos más frágiles, escapan a la observación, y frecuentemente los investigadores no estudian el material *in vivo*. La diversidad de dinoflagelados atecados debe ser más alta.

Se puede esperar por lo menos 500 especies de dinoflagelados planctónicos en las aguas del estado de Veracruz.

USOS DE LAS MICROALGAS

El problema de conservación y manejo de biodiversidad prácticamente no tiene aplicación a microalgas, porque éstas usualmente tienen áreas de distribución geográfica muy amplias. La composición de especies de una región dada se mantiene casi constante durante un periodo de tiempo largo, aunque está sujeta a los cambios cíclicos, por ejemplo, estacionales. La amenaza real a la diversidad a nivel de ecosistemas aparece cuando una especie invasora se adapta a las nuevas condiciones o cuando cambian las características físico-químicas, que pueden ser resultado de la contaminación orgánica o la eutrofización antropogénica que frecuentemente ocurre en los estuarios y la zona costera en general. Microalgas como indicadores de estos impactos se usan ampliamente en el ambiente dulceacuícola (Lobo *et al.*, 2004). En cuanto a microalgas marinas, su impacto es negativo para los ecosistemas costeros en caso de proliferaciones algales nocivas (también llamadas mareas rojas o florecimientos) que representan una amenaza a la biodiversidad de los invertebrados, peces, aves y mamíferos marinos,

así como a la salud humana causada por consumo de pescado y mariscos intoxicados por microalgas que elaboran toxinas.

Al mismo tiempo, hay microalgas que pueden tener un papel benéfico para los humanos. Por ejemplo, las diatomeas de los géneros *Chaetoceros*, *Thalassiosira* y *Skeletonema* Grev., el dinoflagelado *Scrippsiella trochoidea* (F. Stein) A.R. Loeb. pueden servir como una fuente importante de alimento para la acuicultura de especies de bivalvos, larvas de gasterópodos, camarones y peces, o los organismos de presa como *Artemia* o rotíferos (De Pauw & Persoone, 1988; Coutteau y Sorgeloos, 1992; McVey, 1993; Karen A. Steidinger, com. pers., junio de 2008). Muchas microalgas tienen un porcentaje moderado o alto de ácidos grasos poliinsaturados, en particular, los ácidos docosahe-xaenoico, eicosapentaenoico y araquidónico que son esenciales para el desarrollo de varias larvas (Brown, 2002). Algunas especies filamentosas planctónicas pueden usarse para remover contaminantes de las descargas de plantas de energía (Anónimo, 2004-2008). Otras microalgas se utilizan para tratamiento de aguas residuales, en procesos de autopurificación y biodegradación de las sustancias superficialmente activas en cuerpos de agua. Además, se ha estudiado el efecto de las microalgas en la regeneración de la atmósfera en sistemas autónomos cerrados. En el presente, las microalgas planctónicas marinas se estudian para conocer su potencial para mitigar y controlar la emisión de los gases de invernadero a gran escala (Anónimo, 2008). Por sus características fisiológicas y bioquímicas únicas y la composición química, las microalgas se han utilizado como una fuente natural para obtener numerosos productos químicos y bioquímicos. Las algas poseen un mayor potencial en la producción de aceites naturales en comparación con las plantas terrestres, y en un futuro cercano aportarán en mayor medida para la producción de biocombustibles (Haag, 2007).

CONCLUSIONES

En general, la flora de microalgas del estado de Veracruz tiene filiación tropical. Numerosas lagunas costeras ofrecen nichos ecológicos tanto para las especies marinas como para las dulceacuícolas. Las diatomeas y dinoflagelados son característicos de las aguas marinas y salobres, y en las aguas marinas son los grupos taxonómicos más numerosos. Usualmente, en la columna de agua de la zona somera se encuentran los géneros de diatomeas bentónicas que normalmente habitan el fondo (organismos tico-planctónicos). En la zona, que tiene la temperatura comparativamente más alta y la salinidad más baja, las clorofitas, euglenofitas y crisófitas son comunes. La zona estuarina se caracteriza por una alta diversidad genérica de cianofitas. Mientras la zona del mar abierto tiene una alta diversidad genérica y específica de diatomeas y dinoflagelados típicamente planctónicos, algunos de éstos producen esporas o quistes de resistencia que sobreviven en la capa superficial de los sedimentos depositados en la plataforma continental. Además, esta zona se caracteriza por tener una alta diversidad de cocolitofóridos y presencia de silicoflagelados. El microfitobentos (excluyendo las epífitas), las primnesiofitas sin esqueleto externo, las criptófitas y euglenofitas marinas del estado de Veracruz son prácticamente desconocidos. La información sobre los dinoflagelados marinos es más escasa comparada con la de las diatomeas, debido, principalmente, a que presentan problemas metodológicos de identificación. En el área de estudio no ha sido demostrado claramente si la flora estuarina de microalgas es específica y si algunas especies habitan solamente las aguas salobres. Se tienen que hacer esfuerzos para la formación de nuevas generaciones que abarquen otros campos de investigación en este grupo de plantas, como en estrategias reproductivas, cladística y filogenia molecular, a fin de tener un mejor conocimiento de microalgas dada la magnitud de los ecosistemas costeros, marinos y dulceacuícolas que hay en la república mexicana.

AGRADECIMIENTOS. Agradecemos a Blanca Pérez-García de la UAM-Iztapalapa y a Ismael Gárate-Lizárraga del CICIMAR-IPN, La Paz, B.C.S., por la revisión del manuscrito.

LITERATURA CITADA

- AKÉ-CASTILLO, J.A., S.L. Guerra-Martínez y M.E. Zamudio-Reséndiz, 2000, Especies de *Chaetoceros* Ehrenberg (Bacillariophyceae) con número reducido de quetas presentes en una laguna costera, en XI Reunión Nacional de la Sociedad Mexicana de Planctología y IV International Meeting on Planktology, Sociedad Mexicana de Planctología, A.C. y Universidad de Guadalajara, pp. 77-78.
- , 2004, Observations on some species of *Chaetoceros* (Bacillariophyceae) with reduced number of setae from a tropical coastal lagoon, *Hidrobiología* 524: 203-213.
- AKÉ-CASTILLO, J.A., M.E. Meave del Castillo y D.U. Hernández-Becerril, 1994, Morfología y distribución de especies de la diatomea del género *Skeletonema* en una laguna tropical, en VII Reunión Nacional de la Sociedad Mexicana de Planctología, A.C., Resúmenes, 27 al 29 de abril de 1994, La Paz, B.C.S.
- , 1995, Morphology and distribution of species of the diatom genus *Skeletonema* in a tropical coastal lagoon, *European Journal of Phycology* 30: 107-115.
- AKÉ-CASTILLO, J.A., 2006, *Contribución y efecto de la hojarasca derivada de mangle en la productividad primaria y composición del fitoplancton de una laguna costera*, tesis de doctorado, Instituto de Ecología, Xalapa, Ver., 150 pp.
- AMADOR DEL ÁNGEL, L.F. y P. Cabrera-Rodríguez, 1994a, Variación anual (marzo-1987, marzo-1988) de dos diatomeas en el sistema lagunar Boca del Río-Mandinga, Veracruz, México, en: VII Reunión Nacional de la Sociedad Mexicana de Planctología, A.C., Resúmenes, 27 al 29 de abril de 1994, La Paz, B.C.S.
- AMADOR DEL ÁNGEL, L.F. y P. Cabrera-Rodríguez, 1994b, Evaluación de la clorofila 'a' y la materia orgánica particulada en suspensión en el sistema lagunar Boca del Río-Mandinga, Veracruz, México, en: VII Reunión Nacional de la Sociedad Mexicana de Planctología, A.C., Resúmenes, 27 al 29 de abril de 1994, La Paz, B.C.S.
- ANÓNIMO, 2004-2008, *Use of microalgae to remove pollutants from power plant discharges*. United States Patent 5011604. Consultado en julio de 2008: (<http://www.freepatentsonline.com/5011604.html>.)
- , 2008, Greenhouse Gas Mitigation Project at the Jacobs University. Consultado en julio de 2008: <http://www.irccm.org/greenhouse/project.html>.
- AQUINO-CRUZ, A., 2002, *Presencia de dinoflagelados (Pyrrhophyta), con énfasis en productoras potenciales de marea roja, en Playa Paraíso, Ver.*, tesis profesional, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 72 pp.
- AQUINO-CRUZ, A. y R. Blanco-Pérez, 2002, Dinoflagelados (Pyrrhophyta) productores potenciales de marea roja, en Playa Paraíso, Ver., en: XII Reunión Nacional de la Sociedad Mexicana de Planctología, Fifth International Meeting of the Sociedad Mexicana de Planctología, 6-9 de mayo del 2002, Xalapa, Ver., p. 98.
- AVENDAÑO-SÁNCHEZ, H., 1972, *Contribución al conocimiento de las diatomeas (Chrysophycophyta Bacillariophyceae), del plancton de Tamiahua, Ver., México*, tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 47 pp.
- AVENDAÑO-SÁNCHEZ, H. y O. Sotomayor-Navarro, 1982, Estructura y distribución de las comunidades fitoplanctónicas de la zona sureste del Golfo de México, verano de 1980, *Investigaciones Oceanográficas* 1(3): 79-96, Secretaría de Marina, Dirección General de Oceanografía, Biología Marina, México.
- BARÓN-CAMPIS, S., D.U. Hernández-Becerril, N.O. Juárez-Ruíz y C. Ramírez-Camarena, 2005, Marea roja producida por *Peridinium quinquecorne* en Vera-

- cruz, México (oct-nov, 2002): morfología del agente causal, *Hidrobiológica* 15(1): 73-78.
- BESSONOV, N.M., E.A. Elizarov y O. González, 1971, Las principales características para la formación de condiciones oceanológicas en el Banco de Campeche en relación a la distribución y concentración de organismos comerciales, en *Investigación Pesquera Cubano-Soviética* (VNIRO-CIP) 3, Moscú, pp. 14-32 (en ruso, resumen en inglés).
- BROWN, M.R., 2002, Nutritional value of microalgae for aquaculture, en Cruz-Suárez, L.E., D. Riquemarie, M. Tapia-Salazar, M.G. Gaxiola-Cortés y N. Simoes (eds.), *Avances en Nutrición Acupicola VI*, Memorias del VI Symposium Internacional de Nutrición Acupicola, 3 al 6 de septiembre del 2002, Cancún, Quintana Roo, México, pp. 282-291.
- COUTTEAU, P. y P. Sorgeloos, 1992, 'The requirement for live algae and their replacement by artificial diets in the hatchery and nursery rearing of bivalve molluscs: an international survey, *Journal of Shellfish Research* 11(2): 467-476.
- CRUZ, R. M., 1973, Análisis parcial del microplancton de la laguna de Pueblo Viejo, Ver., México, *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 34: 237-368.
- DELON-CAPELLINI, A., 1984, *Variación estacional del plancton en los esteros Boca de Lima y Lagartos, Municipio de Tecolutla, Veracruz*, tesis profesional, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 50 pp.
- DE PAUW, N. y G. Persoone, 1988, Micro-algae for aquaculture, en Borowitzka, M.A. y L.J. Borowitzka (eds.), *Micro-algal Biotechnology*, Cambridge University Press, Cambridge, U.K., pp. 197-221.
- ECHEVERRÍA-VALENCIA, M.E., 1983, *Variación estacional de los Dinoflagelados (Protozoa, Phytomastigophorea) de la laguna de Mandinga, Veracruz*, tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 62 pp., 8 lám.
- ESTRADAS-ROMERO, A., 2004, *Abundancia y distribución del fitoplancton en dos transectos, uno frente al río Coatzacoalcos y otro frente al sistema Grijalva-Usumacinta (marzo 2000)*, tesis de maestría, posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México, 70 pp.
- FIGUEROA-TORRES, M.G., 1990, *Sistemática y distribución del género Ceratium Schrank 1793, en el sur del Golfo de México (feb.-dic. 1987)*, tesis de maestría, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 51 pp., 6 tablas, 7 lám.
- FIGUEROA-TORRES, M.G. y I. Weiss-Martínez, 1998, Sistemática y distribución de los dinoflagelados de la laguna de Tamiahua, Veracruz, en IX Reunión de la Sociedad Mexicana de Planctología A.C. y II Reunión Internacional de Planctología, Programa y Resúmenes, 22-24 de abril del 1998, Mérida, Yuc., p. 6.
- FIGUEROA-TORRES, M.G. y I. Weiss-Martínez, 1999, Dinoflagelados (Dinophyceae) de la laguna de Tamiahua, Veracruz, México, *Revista de Biología Tropical* 47 (Supl. 1): 43-46.
- GAARDER, K.R. y G.R. Hasle, 1971, Coccolithophorids of the Gulf of Mexico, *Marine Science* 2(21): 519-544.
- GARCÍA-RESÉNDIZ, J.A., 2003, *Estructura del fitoplancton y su relación con las condiciones oceanográficas en el sureste del Golfo de México (abril 2000)*, tesis profesional, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 46 pp.
- GÓMEZ-AGUIRRE, S., 1988, Dinoflagelados de la Laguna de Tamiahua durante el periodo abril de 1984-abril de 1986, en *Resúmenes de la Segunda Reunión Nacional de la Sociedad Mexicana de Planctología, A.C.* p. 53.
- GÓMEZ-AGUIRRE, S. y S. Licea, 1998, Blooms of *Pyrodinium bahamense* (Dinophyceae) in coastal lagoons of the southern Gulf of Mexico and Mexican Caribbean, en B. Reguera, J. Blanco, M.L. Fernández y T. Wyatt (eds.), *Harmful algae*, Proceedings of the VIII International Conference on Harmful Algae, Vigo, Spain, 25-29 June 1997. Xunta de Galicia and Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. pp. 61-62.

- GUERRA-MARTÍNEZ, S.L. y M.A. Lara-Villa, 1996, 'Florecimiento' de *Ceratium furca* (Peridiniales: Ceratiaceae) en un ambiente salobre: Laguna de Sontecomapan, México, *Revista de Biología Tropical* 44(1): 23-30.
- HAAG, A.L., 2007, Algae bloom again, *Nature* 447(7144): 520-521.
- HERNÁNDEZ-BECERRIL, D.U., J.A. Aké-Castillo, E. Bravo-Sierra, M.R. Cruz-Muñoz y Y.M.I. Tapia-Peña, 1996, Fitoplancton en dos localidades de la zona costera de Tuxpam, Ver., México, en I Reunión Internacional de Planctología y VIII Reunión Nacional de la Sociedad Mexicana de Planctología, *Programa y Resúmenes*, 23 a 26 de abril de 1996, Pátzcuaro, Mich., p. 24.
- HERNÁNDEZ-BECERRIL, D.U. y C. Flores-Granados, 1998, Species of the diatom genus *Chaetoceros* (Bacillariophyceae) in the plankton from the southern Gulf of Mexico, *Botánica Marina* 41: 505-519.
- HERNÁNDEZ-MENDIOLA, M., 1988, *Fluctuaciones espacio-temporales en la estructura de la comunidad fitoplanctónica, en la zona estuarina del río La Antigua, Veracruz, México*, tesis profesional, Facultad de Biología. Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 88 pp.
- HERRERA-GALINDO, J.E. y J.L. Moreno-Ruiz, 1989, Análisis de las diatomeas bénticas del género *Nitzschia* (Hassall) en la laguna de Tamiahua, Veracruz, en IV Reunión Nacional de la Sociedad Mexicana de Planctología, A.C., Resúmenes, 27, 28 y 29 de Abril de 1989, La Paz, B.C.S.
- HULBURT, H.E. y J.D. Thomson, 1980, A numerical study of loop current intrusions and eddy shedding, *Journal of Geophysical Research* 10: 1611-1651.
- JIMÉNEZ-APONTE, M.O., 1988, *Composición y variación estacional de la comunidad planctónica en la laguna Grande-Chica de Vega de Alatorre, Veracruz, México*, tesis profesional, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 49 pp.
- LEGARÍA-MORENO, L., 2003, *Dinámica del fitoplancton y su relación con variables físico-químicos en la laguna costera La Mancha, Veracruz, México*, tesis profesional, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver. 138 pp.
- LICEA, S., 1992, *Especies de diatomeas seleccionadas del sur del Golfo de México, estudiadas en microscopio de luz y electrónico*, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM, México, 66 pp., 30 lám.
- LICEA, S., J.L. Moreno, R. Luna y M.E. Zamudio, (en prensa), *Diatoms of the southern Gulf of Mexico*, vol. 1, UNAM/Conabio, México, 181 pp. (ISBN: 970-9000-22-5).
- LICEA, S., M.E. Zamudio, R. Luna y J. Soto, 2004a, Free-living dinoflagellates in the southern Gulf of Mexico: Report of data (1979-2002), *Phycological Research* 52: 419-428.
- LICEA, S., M.E. Zamudio, R. Luna, Y.B. Okolodkov y S. Gómez-Aguirre, 2004b, Toxic and harmful dinoflagellates in the southern Gulf of Mexico, en K.A. Steidinger, J.H. Landsberg, C.R. Tomas y G.A. Vargo (eds.), *Harmful Algae 2002*, Xth International Conference, St. Pete Beach, Florida, EUA, October 21-25, 2002. Florida Fish and Wildlife Conservation Commission, Florida Institute of Oceanography, and Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, pp. 380-382.
- LOBO, E.A., V.L.M. Callegaro, G. Hermany, N. Gómez y L. Ector, 2004, Review of the use of microalgae in South America for monitoring rivers, with special referente to diatoms, *Vie Milieu* 54(2-3): 105-114.
- LÓPEZ-BALUJA, L., V.V. Zernova y H.J. Semina, 1992, *Fitoplancton de las aguas cubanas y del Golfo de México*, Nauka, Moscú, 214 pp. (en ruso, resumen en inglés).
- MARGALEF, R., 1975, Fitoplancton invernol de la laguna costera de Alvarado (México), *Anales del Instituto Botánico*, A.J. Cavanilles 32(2): 381-387.
- MARTÍNEZ-ARROYO, A., S. Abundes, M.E. González y I. Rosas, 2000, On the influence of hot-water discharges on phytoplankton communities from a coastal zone of the Gulf of Mexico, *Water, Air and Soil Pollution* 119: 209-230.

- MCVEY J.P. (ed.), 1993, CRC handbook of mariculture, vol. 1, *Crustacean aquaculture*, 2ª ed., CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, EUA.
- MÉNDEZ-DELON, J.L., 1991, *Comportamiento estacional y estructura de la comunidad fitoplanctónica de la Laguna del Llano, municipio de Actopan, Ver. (periodo verano-otoño 1986)*, tesis profesional, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 79 pp.
- MEZA-HERNÁNDEZ, E.A., 1999, *Variación estacional de las diatomeas centrales de la comunidad fitoplanctónica de los canales y dársenas de la Fortaleza de San Juan de Ulúa, Veracruz, México, 1998*, tesis profesional, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 69 pp.
- MORENO-RUIZ, J.L., 1990, *Morfología y sistemática del género Coscinodiscus Ehrenberg (Bacillariophyceae), en el sur del Golfo de México*, tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 97 pp., 151 fig.
- MORENO-RUIZ, J.L., S. Licea-Durán y M. Álvarez-Rubio, 1994, Contenido fitoplanctónico en el tubo digestivo de *Crassostrea virginica* Gmelin, en la laguna de Tamiahua (diciembre 1985-noviembre 1986), serie *Grandes Temas de la Hidrobiología: Los Sistemas Litorales*, UAMI-UNAM 2: 1-14.
- OCHOA-FIGUEROA, E., 1978, *Estudio de la distribución de algunos dinoflagelados y su relación con factores físico-químicos en la laguna de Tamiahua, Veracruz, México*, tesis de licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 31 pp.
- OCHOA-FIGUEROA, E. y M.F. Ramírez, 1981, Variación estacional de algunos dinoflagelados en la laguna de Tamiahua, Ver., México, en *VII Simposio Latinoamericano de Oceanografía Biológica*, p. 265-274.
- OKOLODKOV, Y.B., 2003, A review of Russian plankton research in the Gulf of Mexico and the Caribbean in the 1960-1980s, *Hidrobiológica* 13(3): 207-221.
- , 2008, *Protoperidinium* Bergh (Dinoflagellata) of the National Park Sistema Arrecifal Veracruzano, Gulf of Mexico, with a key for identification, *Acta Botánica Mexicana* 84: 95-151.
- ORTEGA-GARRIDO, P., 1991, *Análisis diatomológico de la Laguna del Ostión, Coatzacoalcos, Veracruz (ciclo anual: marzo 1980-enero 1981)*, tesis profesional, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 62 pp.
- ORTEGA-ZAPATA, R., 1991, *Aspectos ecológicos de la comunidad fitoplanctónica en el estero Casitas, Municipio de Tecolutla, Ver., México*, tesis profesional, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 83 pp.
- RAMÍREZ-GRANADOS, R., 1963, *Marea roja. Datos para su conocimiento y pronóstico*, Secretaría de Industria y Comercio, Dirección General de Pesca e Industria Conexas, serie: *Trabajos de Divulgación* 4(35), México, 9 pp.
- ROUJIYAYNEN, M.I., L.G. Senichkina y L.V. Georgieva, 1971, Reconocimiento de la composición sistemática del fitoplancton de los mares de la América Central. Revisión de la composición taxonómica del fitoplancton en mares de la América Central, en *Estudios de los Mares de la América Central* 3, Kiev, pp. 16-49, (en ruso, resumen en español e inglés).
- SÁNCHEZ-HIDALGO y Anda, M., 1974a, Diatomeas planctónicas de la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz I, en *Memorias del V Congreso Nacional de Oceanografía*, Guaymas, Son., pp. 594-611.
- , 1974a, *Diatomeas planctónicas de la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz*, tesis profesional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas/Instituto Politécnico Nacional, México, 83 pp.
- , 1989, Flora diatomológica de la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, en *IV Reunión Nacional de la Sociedad Mexicana de Planctología, A.C., Resúmenes*, 27, 28 y 29 de Abril de 1989, La Paz, B.C.S.
- SÁNCHEZ-JUÁREZ Arrieta, J.M., 1989, *Aspectos ecológicos de la comunidad fitoplanctónica en áreas perturbadas en la zona costera de Veracruz, Ver.*, tesis profesional, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 51 pp.
- SANTOYO, R.H. y M. Signoret, 1975, Fitoplancton de la laguna Salada y zona costera adyacente, Veracruz

- (septiembre, 1973), *Revista Latinoamericana de Microbiología* 17: 169-173.
- , 1988, Algunas características del fitoplancton de la región marina adyacente de Punta Limón, Veracruz, *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, México 32(1-4): 177-212.
- SCHMIDT, A., M. Schmidt, F. Fricke, H. Heiden, O. Müller y F. Hustedt, 1874-1959, *Atlas der Diatomeenkunde*, Hf. 1-120. Taf. 1-460. R. Reissland, Leipzig.
- SOTO-CADENA, P.J. y M. Figueroa-Torres, 1989, Análisis morfométrico de *Chaetoceros diversus* Cleve, en la plataforma continental de Alvarado y Coatzacoalcos, Veracruz, en IV Reunión Nacional de la Sociedad Mexicana de Planctología, A.C., Resúmenes, 27, 28 y 29 de Abril de 1989, La Paz, B.C.S.
- SUCHIL-VILCHIS, M.A., 1990, *Determinación de la variación estacional del fitoplancton, y su relación con los parámetros físicos y químicos de las lagunas de: Son-tecomapan y del Ostión/ Ver. para el año de 1985*, tesis profesional, Escuela Nacional de Estudios Profesionales-Zaragoza, UNAM, México, 117 pp.
- TEJEDA-HERNÁNDEZ, I.E., 2005, *Identificación y cuantificación de microalgas productoras de marea roja, en las costas de Veracruz, Boca del Río y Antón Lizardo durante la primavera y verano del 2003*, tesis profesional, Instituto Tecnológico del Mar, Boca del Río, Ver., 84 pp.
- VELÁSQUEZ-MÉNDEZ, A., 1990, *Composición y variación estacional de la comunidad fitoplanctónica en la laguna de San Agustín, Veracruz (periodo 1986-1987)*, tesis profesional, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 86 pp.
- ZAMUDIO-RESÉNDIZ, M.E., 1998, *Hidrología y fitoplancton en una región costera al oeste del Golfo de México*, tesis de maestría, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología/Colegio de Ciencias y Humanidades/UNAM, México, 66 pp.
- ZAMUDIO-RESÉNDIZ, M.E. y J.L. Moreno-Ruiz, 1989, Variación morfológica de *Chaetoceros peruvianus* Brightwell en las zonas marinas adyacentes a Alvarado y Coatzacoalcos, Veracruz, en IV Reunión Nacional de la Sociedad Mexicana de Planctología, A.C., Resúmenes, 27, 28 y 29 de Abril de 1989, La Paz, B.C.S.
- ZERNOVA, V.V. y V.V. Krylov, 1974, Especies de algas unicelulares nuevas para el Golfo de México y el Mar Caribe, en *Investigación Pesquera Cubano-Soviética (VNIRO-CIP)* 4, Moscú, pp. 132-134 (en ruso, resumen en inglés).

Diversidad de especies de algas epífitas marinas



Araceli Ramírez Rodríguez
Roberto Blanco Pérez
Yuri D. Okolodkov

INTRODUCCIÓN

Las asociaciones de organismos (epibiosis) de distintas especies deben de existir desde hace millones de años. El epifitismo que se entiende como las plantas que se asientan sobre otras que sirven solamente de soporte, es el ejemplo de epibiosis mejor conocido en las fanerógamas, el grupo de plantas terrestres más reciente dentro del complicado proceso evolutivo y de las cuales se calculan más de 30 000 especies que comparten este hábitat. Tanto los forofitos (plantas que soportan a otras) u hospederos y las epífitas, son responsables de que los bosques húmedos tropicales, mantengan una biodiversidad alta (Ramos, 1987; Granados *et al.*, 2001).

HÁBITAT

En el ambiente acuático, el epifitismo es menos conocido que en el terrestre y tal vez no existan estudios donde se categoricen adaptaciones, tole-

rancia climática, tipos y características de los sustratos, entre otras. Es decir, donde las epífitas y basifitas (hospederas), tengan una descripción documentada de las relaciones ecológicas facultativas u ocasionales de la forma y función (Benzina, 1990, citado por Granados *et al.*, 2001).

En resumen, Tilden (1968) menciona más de 30 macroalgas marinas que sirven de basifitas para varias cianofitas entre las que destacan por epifitar a casi todas las divisiones de algas. También observa la epibiosis de otras algas azulverdes o Myxophyceae y engloba a todas ellas sobre otros organismos como hepáticas, musgos, balanús y otros más.

En el presente trabajo se analizan los 14 estudios que tratan de algas epífitas realizados en las costas rocosas y arrecifes del estado de Veracruz, la mayoría realizados por la Universidad Veracruzana, de los cuales se han extraído las epífitas, mismas que se analizan en las páginas que siguen. Entre ellos, destacan los que tienen un enfoque específico sobre algas epífitas como el de Rojas (1990), que determinó 42 especies; Guerrero (2001) con 80 especies;

Sepúlveda (2004), con 99 especies y Okolodkov *et al.* (2006).

En forma indirecta, han contribuido otros autores como Ramírez (1975), Flores (1975), Lozada (2000) y Lagunes (2002).

DISTRIBUCIÓN

En relación con la distribución estacional de las algas epífitas, se observa que depende de la presencia estacional, anual o perenne de la basifita y/o de otros factores ambientales, como la temperatura del agua y salinidad. También de aspectos biológicos como la superficie del hospedero o como la producción de sustancias extracelulares que resultan ser antibióticas para muchas epífitas y otros organismos (Round, 1981). Estas sustancias extracelulares podrían tomarse como interferencias de la basifita sobre la epífita, como el mecanismo de alelopatía bien conocido en el hábitat terrestre.

La epibiosis en el hábitat marino es tan rica como desconocida, y específicamente, los estudios de epifitismo de microalgas sobre macroalgas son escasos.

En los litorales intermareales rocosos o de las costas y arrecifes del estado de Veracruz, se han reportado de manera aislada diversas microalgas sobre macroalgas, sin que constituya el objetivo principal de esos trabajos, como el de Flores (1975), Ramírez-Rodríguez (1975) y Valenzuela (1987).

El primer trabajo específico de algas epífitas en el estado es el de Rojas (1990), donde determina 42 especies de diatomeas; el género *Ceratium* (Dinophyta), llama la atención por su presencia. Casualmente es reportada *Pneophyllum fragile* como epífita de *Ulva lactuca*, caso raro porque no es común que la superficie lisa de la basifita permita la adherencia de epífitas (Lozada, 2000). Guerrero (2001), encuentra 62 especies de diatomeas epífitas de *Sargassum vulgare* y 18 diatomeas epífitas de *S. filipendula*.

Lagunes (2002), analiza material de cinco puntos rocosos del estado y determina cuatro especies de algas coralinas no geniculadas: *Pneophyllum fragile*, *P. aff. fragile*, *Hydrolithon farinosum* e *H. cymodoceae*, éstas se encuentran como epífitas, epilíticas y epizóicas.

Orduña (2004), de manera casual, identifica a *Padina gymnospora*, *Dictyota cervicornis* y el pasto marino *Thalassia testudinum*, las cuales presentan una masa mucilaginosa de varios centímetros de longitud, determinando a *Striatella unipunctata*, formando colonias masivas y epífitas de las macroalgas arriba citadas.

Sepúlveda (2004), en su trabajo de epifitoflora de *Thalassia testudinum*, determina 64 especies de diatomeas que dominan la porción basal del pasto marino, 17 cianofitas manifestaron preferencia por la porción media y apical, mientras que 10 rodofitas y ocho clorofitas y feofitas, dominaron únicamente la porción apical.

En el trabajo de Okolodkov *et al.* (2006), se aborda la taxocenosis de los dinoflagelados bentónicos y epífitos del pasto marino *Thalassia testudinum* y de las macrofíticas siguientes: *Acanthophora*, *Caulerpa*, *Cladophora*, *Codium*, *Galaxaura*, *Hali-medea*, *Hypnea*, *Laurencia* y *Ulva*; los dinoflagelados identificados son: *Amphidinium operculatum*, *Prorocentrum lima*, *Coolia monotis*, *Ostreopsis cf. heptagona*, así como los géneros *Gambierdiscus*, *Sinophysis* y *Gymnonidium*.

DIVERSIDAD

En algunos trabajos se han analizado todos los taxa de algas que se encuentran como epífitas, el grupo con mayor presencia en todos ellos son las Bacillariophyta con 143 especies (figura 1), le siguen las Rhodophyta con 89, las Chlorophyta con 56, Cyanophyta con 30, Phaeophyta con 33, debido a que sus talos cuentan con superficies lisas que no favorecen su arraigo y cuatro especies de Dinophyta.

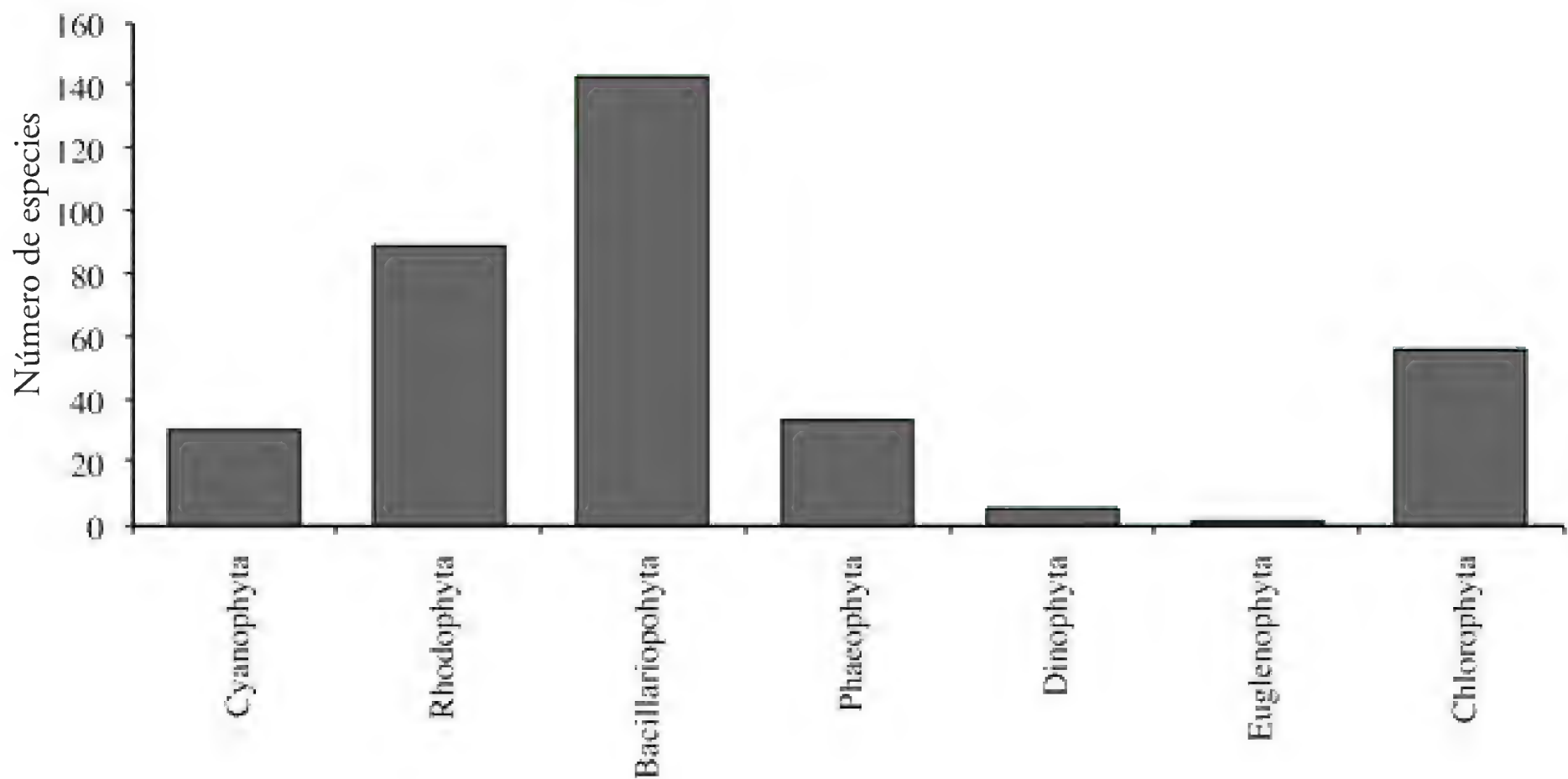


FIGURA 1. Las 355 especies de epífitas, reportadas para el estado de Veracruz en 7 Divisiones algales, destacan la Bacillariophyta con 143 especies y Rhodophyta con 89.



FIGURA 2. *Acrochaetium hallandicum*. Talo con monosporas (Foto: Natalia Vásquez Fernández).

El orden Ceramiales de las rodofitas es el mejor representado con 40 especies (figuras 2 y 4), en las clorofitas son dos los órdenes con más especies de

hábitos epifíticos: Cladophorales y Halimedaes, así mismo las feofitas con las Ectocarpales y Dictyotales. Las diatomeas superan a los taxa anteriores por presentar a todas sus especies de hábitos epifíticos.

De los catorce trabajos realizados en aguas marinas veracruzanas, la diversidad algal epifítica resulta con un total de 355 especies agrupadas en siete divisiones algales (figura 1). También se presentan a todos los autores que han contribuido con los listados de dichas especies en un periodo de tres décadas (cuadro 1), así como el apéndice VIII.3 en donde se muestran los nombres científicos actualizados de las algas epífitas siguiendo un arreglo taxonómico con los criterios de Humm y Wicks (1980) para cianofitas; Bourrelly (1968) para diatomeas; Wynne (1998) para los grupos de algas restantes, así como a Brummitt y Powell (1992) para la abreviatura de los autores algales (apéndice).

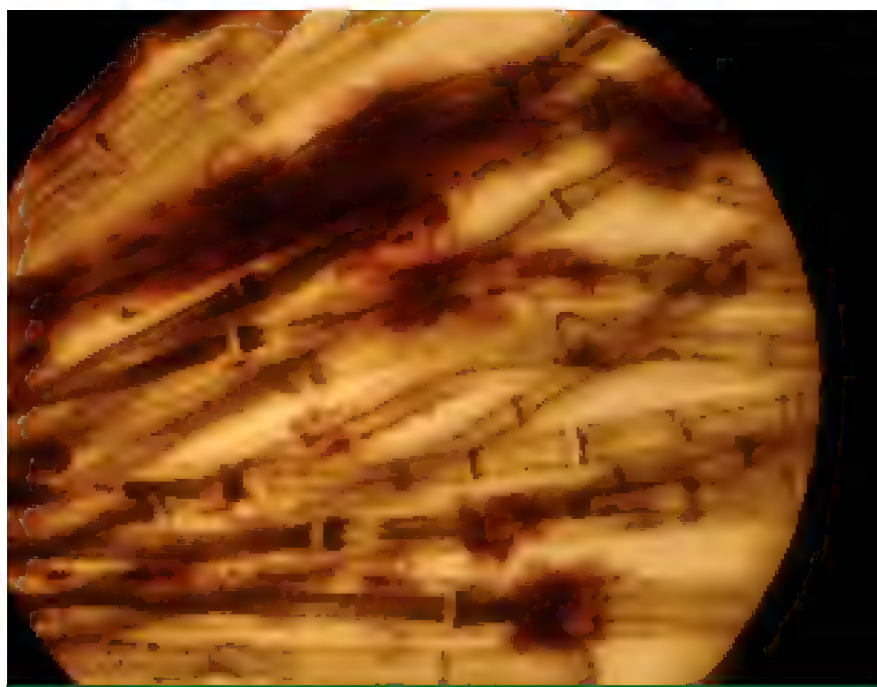


FIGURA 3. *Chaetomorpha antennina* con *Erythrotrichia carnea* y *Sablingia subintegra* de epífitas (Foto: Natalia Vásquez Fernández).



FIGURA 4. *Bangia fuscopurpurea*. Filamento uniseriado, vista al microscopio compuesto (Foto: Natalia Vásquez Fernández).

IMPORTANCIA

La importancia biológica de las algas epífitas radica en que participan en la cadena y redes tróficas de diversos organismos marinos que habitan en arrecifes coralinos y litorales intermareales rocosos, lo que al final se traduce en beneficio alimenticio para

varias especies pesqueras económicamente comerciales, además del oxígeno que liberan.

Es importante conocer con mayor detalle y extensión la presencia de las algas epífitas marinas, ya que actualmente existe un vacío en el conocimiento de estos organismos.

Como en todos los ecosistemas de México y en especial del estado de Veracruz, se recomienda planear y llevar a cabo importantes proyectos y/o programas con la finalidad de mantener el estudio de las algas y la preservación del ambiente marino.

CUADRO 1. Lista de autores que citan especies de algas epífitas en el estado de Veracruz.

1. Ramírez-Rodríguez, 1975.
2. Flores, 1975.
3. Sánchez Rodríguez, Ma. E., 1980.
4. Rojas, 1990.
5. Ramírez-Rodríguez, 1990
6. Mateo *et al.*, 1996.
7. Lozada, 2000.
8. Guerrero, 2001.
9. Lagunes, 2002.
10. Ramírez-Rodríguez, 2002.
11. Orduña, 2004.
12. Sepúlveda, 2004.
13. Okolodkov *et al.*, 2006
14. Vásquez, 2007.

DISCUSIÓN

En la ficodiversidad de los litorales del estado de Veracruz se han estudiado las especies epífitas de una manera fragmentada y como un complemento a trabajos ficroflorísticos. También es de gran importancia saber cuántas y por qué están muchas de las microalgas como epífitas de otras algas de mayor tamaño, sobre pastos marinos o adheridas a las raíces de los mangles. Un caso especial es el de *Rhizophora mangle*, en donde se tiene que resolver cuántas microalgas presenta como una adaptación

evolutiva, o si la especificidad es en un grupo de ellas, o simplemente es una facultad que tienen todas las algas como una forma de sobrevivencia en este medio cambiante.

Por el contrario, en el medio marino las algas tienen que aferrarse a su hospedero para protegerse de las corrientes y los embates del oleaje así como del pastoreo de diferentes depredadores.

Goff y Coleman (1985, citados por Mateo-Cid *et al.*, 1996), mencionan que en algunos casos la presencia de epífitas es fortuita y se comporta como oportunista porque se sirve de una gran cantidad y variedad de hospedantes; en otros casos se observa un alto grado de especificidad, las algas se presentan en número limitado de hospedantes, llamadas por ello epífitas obligadas; esto, más que una observación categórica, provoca que se planteen múltiples proyectos sobre las algas epífitas que generalicen las diferentes respuestas de dichas algas. Para ello, se requieren estudios intensivos, extensivos y permanentes de distintos ambientes, investigaciones sobre un solo taxón mayor o menor y, mejor aún, en una sola especie pero en localidades distintas, además de otros enfoques (bioquímicos, moleculares, filogenéticos) que con seguridad darán más precisión y luz sobre sus diversas respuestas ecológicas.

En este sentido, varias instituciones de investigación del país, entre las que se encuentran la Facultad de Biología y el Centro de Ecología y Pesquerías de la Universidad Veracruzana, están realizando estudios de epifitismo en infrataxa particulares.

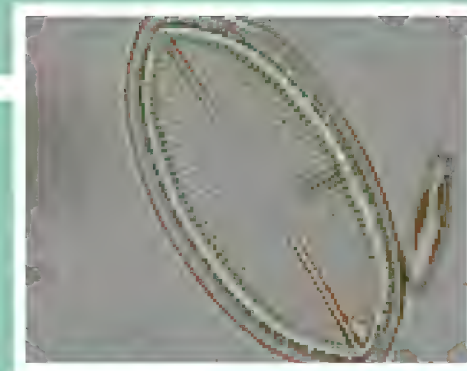
AGRADECIMIENTOS. Agradecemos de manera especial a la bióloga Natalia Vásquez Fernández por su valiosa colaboración en la captura de la información y por la elaboración de las figuras.

LITERATURA CITADA

- BOURRELLY, P., 1968, *Les algues D'eau douce*, tomo II, Éditions N. Boubée & Cie. Paris, 438 pp.
- BRUMMITT, R.K. y C.E. Powell, 1992, *Authors of Plant Names*, Royal Botanic Gardens, Kew, 731 pp.
- FLORES, D. J.G., 1975, *Estudio florístico estacional de las algas marinas macroscópicas en los alrededores de la Playa Paraíso, Veracruz*, tesis profesional, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 77 pp.
- GRANADOS, S.D., G.F. López R. y J.L. Gama F., 2001, *Interacciones ecológicas de las plantas*, Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México, pp. 27-42.
- GUERRERO, L., 2001, *Epífitas de Sargassum vulgare C. Agardh y S. filipéndula C. Agardh del litoral rocoso del estado de Veracruz*, México, tesis profesional, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 59 pp.
- LAGUNES, M.L., 2002, *Morfometría de las algas coralinas no geniculadas (Corallinaceae, Rhodophyta) de las costas rocosas veracruzanas*, tesis profesional, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 52 pp.
- LOZADA R., J.R., 2000, *Comparación de ambientes particulares y comunidades algales en Boca Andrea, Veracruz, México*, tesis profesional, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa. Ver., 61 pp.
- MATEO Cid, L.E. y A.C. Mendoza González y Galicia, G., 1996, *Algas Marinas de Isla Verde, Veracruz, México*, *Acta Botanica Mexicana* 36: 59-75.
- OKOLODKOV, Y.B, G. Campos-Bautista y J.A.G. González-González, 2006, Cambios estacionales en el taxoceno de dinoflagelados (Dinophyceae) bentónicos y epifíticos en la zona arrecifal de Veracruz, Golfo de México, Resúmenes del IX Congreso Latinoamericano de Botánica, 19-25 de junio de 2006, Santo Domingo, República Dominicana.
- ORDUÑA M., R.E., 2004, *Distribución y abundancia de la ficroflora en la llanura arrecifal Isla Sacrificios, Veracruz, México (verano 2002 e invierno 2003)*, tesis pro-

- fesional, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 124 pp
- RAMÍREZ-RODRÍGUEZ, M.L.A., 1975, *Contribución al conocimiento de las algas marinas del litoral rocoso de Villa Rica, Veracruz*, tesis profesional, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 65 pp.
- , 1990, *Rhodophyta de México: Monografía del orden Ceramiales, Ceramium y Polysiphonia en el Estado de Veracruz, México*, II Congreso de Ciencias del Mar, 23ª Reunión de Asociación de Laboratorios Marinos del Caribe, La Habana, Cuba, 126 pp.
- , 2002, *El género Laurencia Lamouroux (Ceramiales-Rhodophyta) en el Estado de Veracruz*, tesis de maestría, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 136 pp.
- ROJAS, R. M., 1990, *Contribución al conocimiento de las algas Phaeophyta, Chlorophyta y Rhodophyta de las escolleras de la barra norte de Tuxpan, Veracruz, con especial referencia a las algas epífitas de las mismas*, tesis profesional, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Tuxpan, Veracruz, 61 pp.
- ROUND, F.E., 1981, *The ecology of the algae*, Cambridge, University Press, Nueva York, 653 pp.
- SÁNCHEZ Rodríguez, M.E., 1967, Flora marina de Monte Pío, Estado de Veracruz, México, *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, México 14(14): 9-18.
- SEPÚLVEDA, L.A., 2004, *Epifitoflora estacional de *Thalassia testudinum* Banks ex König (Hydrocharitaceae), en la llanura arrecifal de la Isla de Sacrificios, Ver., México*, tesis profesional, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa. Ver., 85 pp.
- TILDEN, J., 1968, *The Myxophyceae of North America*, Authorized Reprint, Verlag von Cramer, Nueva York, 328 pp., 20 lám.
- VALENZUELA, H., 1987, *Contribución al conocimiento de la vegetación marina del litoral rocoso de Playa Escondida. Ver.*, tesis profesional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, México, 121 pp.
- VÁSQUEZ, F.N., 2007, *Ficoflora estacional del Litoral (rocoso, pedregoso, arenoso) de la localidad de Lechuguillas, municipio de Vega de Alatorre, Veracruz, México*, tesis profesional, Facultad Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 143 pp.

Microalgas dulceacuícolas



Gabriela Vázquez
Roberto Blanco Pérez

INTRODUCCIÓN

Las microalgas son organismos que se pueden encontrar en ríos y lagos permanentes y/o temporales, en humedales, o en charcas, así como en sistemas artificiales como los embalses, entre otros tipos de ecosistemas de agua dulce. Pueden crecer en el agua libre (fitoplancton), en el fondo de los sistemas (bentos), adheridas a algún sustrato como piedras (epilíton), arena (epípelon) o vegetación (perifíton). Desde un punto de vista ecológico son muy importantes en los sistemas acuáticos por ser productores primarios y base de la cadena alimentaria; también son considerados indicadores ecológicos, ya que su presencia y abundancia dan información sobre el estado de conservación de los sistemas acuáticos y la calidad del agua. Los grupos más importantes que se pueden encontrar en agua dulce pertenecen a las siguientes clases: Cyanophyceae (cianobacterias), Bacillariophyceae (diatomeas) y Chlorophyceae (algas verdes). Hay otros grupos menos abundantes como las microalgas de las clases Chrysophyceae,

Cryptophyceae, Dinophyceae (dinoflagelados) y Euglenophyceae (euglenas).

En México existe una gran diversidad de microalgas de agua dulce pertenecientes a estos grupos, pero su divulgación ha sido limitada. Ortega (1984) publicó el Catálogo de Algas Recientes de México en el que presenta un inventario de las algas reportadas durante el periodo 1804-1974. Se reportan 837 taxa infragenéricos y 225 géneros distribuidos en 12 clases, entre los cuales existen algunos registros para Veracruz. Más recientemente, Moreno-Ruiz (2000), publicó información sobre descripciones, formas de vida, distribución e importancia ecológica de especies de fitoplancton y perifíton de agua dulce que pueden ser utilizadas como indicadoras de condiciones ambientales (De la Lanza-Espino *et al.*, 2000). En este mismo trabajo se reportan algunos registros para Veracruz. De la Lanza-Espino y García-Calderón (2002) hicieron una compilación de trabajos sobre lagos del país, en los que se presenta información básica sobre su geología, clima, morfometría, calidad del agua, vegetación acuática, diversidad de peces y

fitoplancton, entre otros aspectos. Sin embargo, para Veracruz hay pocos trabajos publicados sobre la diversidad de las microalgas, a pesar de que en el estado hay una gran cantidad de ríos, algunos de los cuales como el Pánuco, Tuxpan, La Antigua, el río Papaloapan y el Coatzacoalcos son de los más importantes a nivel nacional por su volumen medio anual. Además, entre los lagos de agua dulce más grandes de México se encuentra el lago de Catemaco en Los Tuxtlas, que es de los más estudiados (Torres-Orozco y Pérez-Rojas, 2002).

El objetivo de este capítulo es presentar un panorama general de la diversidad de las microalgas de diferentes ambientes, ríos y lagos del estado de Veracruz, con base en publicaciones internacionales, capítulos de libros y tesis de licenciatura.

RÍOS

De norte a sur del estado se han efectuado trabajos de algunos de los grandes sistemas como el río Nautla que fue estudiado en la cuenca media-baja de su cuenca hidrológica (Palestina-Curtidor, 1997); el Sedeño, estudiado en los alrededores de Xalapa, en el tramo Plan del Sedeño y la colonia 6 de Enero (Licona, 2003), y el río Coatzacoalcos que ha sido estudiado a lo largo de su cauce (Pérez-Barrón, 1991) (figura 1A). En Los Tuxtlas, el lago de Catemaco es uno de los sistemas más estudiados (Torres-Orozco y Pérez-Rojas, 2002). Hay otros trabajos realizados en los ríos de la región de Los Tuxtlas, en los alrededores del volcán San Martín, en los que se han reportado tanto las condiciones fisicoquímicas y de productividad con relación a la conservación de la selva (Ramos-Escobedo y Vázquez, 2001), como sobre la diversidad de peces y de algas (Vázquez *et al.*, 2004a) (figura 1B).

El río Nautla (Bobos) nace en la Sierra de Teziutlán en la zona del Cofre de Perote y desemboca en el Golfo de México. En la llanura costera recibe las aguas del río Martínez de la Torre y del río Chapa-

chea. En la desembocadura mantiene una conexión libre con el mar abierto por medio de una abertura en la llamada Barra de Nautla, que es una franja de tierra frente a la costa. La boca del río comunica simultáneamente al estero Tres Bocas de Casitas. El río Nautla se encuentra muy afectado por descargas industriales y municipales. Esto ocurre sobre todo aguas abajo de la población de Martínez de la Torre hasta su desembocadura debido a las descargas residuales provenientes de centros urbanos e industriales asentados en su margen (Palestina-Curtidor, 1997).

A lo largo del río, en seis estaciones ubicadas desde Martínez de la Torre hasta la desembocadura cerca de la Barra de Nautla, se realizó un estudio en 1989-1990 en el que se determinaron 106 especies de diatomeas, distribuidas en 28 géneros (Palestina-Curtidor, 1997) (ver apéndice VIII.4.1). El género con mayor número de especies (19 especies) fue *Navicula*, seguido de *Nitzschia* (17). Las especies más abundantes fueron *Navicula subalpina*, *Gomphonema brasiliense* var. *brasiliense*, *Nitzschia fonticola*, *N. frustulum*, *Cymbella turgidula* var. *turgidula* y *Synedra gouldardi*. También se encontraron algas verdes (29 especies) y cianobacterias (17 especies). De estos grupos los géneros más abundantes fueron *Oedogonium*, *Stigeoclonium*, *Rhizoclonium*, *Lyngbya* y *Oscillatoria*. La época fría se caracterizó por una alta densidad de diatomeas coincidiendo con una alta concentración de nutrientes. Por el contrario, las cianobacterias y clorofíceas predominaron en los meses más calientes. En la época de secas se detectó el mayor efecto de las descargas por el menor volumen de agua que lleva el río en esa época. Aparentemente la variación de la composición de las diatomeas a lo largo del río estuvo relacionada con la concentración de nutrientes, los diferentes regímenes hidrológicos, y las fluctuaciones de temperatura, oxígeno y turbiedad.

Otro río que ha sido estudiado es el río Sedeño, que se encuentra en el centro del estado de Veracruz

(figura 1A), en la parte alta de la cuenca del río Actopan y forma parte del eje neovolcánico. Este río tiene su origen en las faldas del Cofre de Perote a 3 140 msnm, tiene una longitud máxima de 40 km, y desemboca en el río Actopan. En su trayecto atraviesa muchos municipios incluyendo la zona conurbada Xalapa-Banderilla, por lo que actualmente se encuentra muy alterado y contaminado. La región en la que se encuentra está muy deforestada y las tierras se han dedicado básicamente al cultivo; además, el cauce ha sido sobreexplotado, entre otras acciones. En los alrededores de Xalapa, en el tramo Plan del Sedeño y la colonia 6 de Enero, en un estudio realizado del 2000 al 2001, se encontraron 109 especies entre las que sobresalen las diatomeas que son el 42 % del total de las especies (Licona, 2003) (véase apéndice VIII.4.2). Los géneros con mayor número de especies fueron *Navicula* (14 especies), *Nitzschia* (5), *Cymbella* (4), *Synedra* (5) y *Fragilaria* (7), la clorofícea *Scenedesmus* sp. y la cianobacteria *Microcystis* sp. Las especies más abundantes fueron *Navicula rhyncocephala*, *N. simetrica*, *Actinastrum gracillimum*, *Amphora ovalis*, *Fragilaria crotonensis*, *Pinnularia tabellaria* y *Fragilaria ulna*. En particular llama la atención la presencia de *Microcystis* sp., especie de cianobacteria tóxica e indicadora de un alto grado de eutroficación.

En el centro del estado de Veracruz, se encuentra otra gran cuenca, la del río La Antigua, que también se origina en las faldas del Cofre de Perote a 3 350 msnm y desemboca en el Golfo de México (figura 1A). En la parte alta de esta cuenca, entre los 918 y 2 114 m, se localiza una gran cantidad de pequeños ríos que desembocan en el cauce principal. Esta zona, de origen volcánico, presenta una topografía muy accidentada, por lo que muchos de los ríos corren por cauces muy encajonados y con pendientes muy pronunciadas. La vegetación que domina las partes altas es el bosque mesófilo de montaña, y algunas de las actividades más importantes son el cultivo de café y caña de azúcar. En diversos estudios se ha encontrado que el estado de

conservación de las cuencas influye en la dinámica y funcionamiento de los ríos. Los ríos que corren por cuencas con cultivos tienden a presentar altas concentraciones de nutrientes, a diferencia de los que se encuentran en zonas conservadas, que en general son pobres en nutrientes. En esta región, Villarauz (2006) realizó un estudio sobre el epilíton (algas que se encuentran sobre piedras) en cuatro ríos, el Zapotal y el Ahuacapa, rodeados de bosque mesófilo, y en los ríos Xalatla y Filo, que están rodeados por cultivos de café y que son afluentes del río la Antigua (figura 1A). Este estudio se realizó en las épocas de nortes (enero) y secas (mayo) del 2005 en los cuatro ríos antes mencionados. En total se identificaron 43 especies, en las que el grupo dominante fue el de las diatomeas, principalmente de los géneros *Achnanthes*, *Cocconeis*, *Fragilaria*, *Gomphonema*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Pinnularia* y *Rhoicosphenia* (ver apéndice VIII.4.3). Géneros como *Gomphonema*, *Navicula* y *Pinnularia* son indicadores de altas concentraciones de nutrientes.

La red fluvial de Los Tuxtlas es de tipo radial debido a los levantamientos volcánicos de la zona que son el volcán San Martín y el Santa Marta (Vázquez *et al.*, 2004a). Alrededor del volcán San Martín, hay ríos permanentes que desembocan en el mar como el Salinas, Manantiales, Oro y El Rejón, cuyas cabeceras están bien conservadas. En esta zona hay también pequeños ríos, de corto recorrido, como los ríos Gachapa, Liza, Los Órganos y Revolución, que se vuelven permanentes entre los 200 y 300 m de altitud (figura 1B). A pesar de que esta vertiente tiene un intenso uso agrícola y ganadero, en las partes medias de las cuencas hay ríos con fragmentos de selva y vegetación riparia que se conservan en las cuencas que atraviesan estos ríos (Vázquez *et al.*, 2004a). Los ríos son mesotróficos, se caracterizan por presentar una alta concentración de sodio e, inclusive, se ha encontrado evidencia que sugiere que hay actividad geotérmica (Ramos-Escobedo y Vázquez, 2001). En la vertiente continental del volcán, los ríos tienen cauces largos que

drenan al San Juan, que a su vez desemboca en el río Papaloapan el cual llega a la laguna de Alvarado. Estos ríos se encuentran muy alterados en algunas porciones, pues cruzan las ciudades de San Andrés Tuxtla, Santiago Tuxtla y Catemaco. Entre estos se encuentran Xoteapan, San Joaquín, Chuniapan, la cascada de Matacapán y el río que pasa por el poblado Saltillo Caracolar.

La comunidad de microalgas de los ríos de Los Tuxtlas es muy diversa. Se caracteriza por tener diatomeas (38 especies), seguidas por cianobacterias (seis especies) y algunas algas verdes (cuatro especies) (véase apéndice VIII.4.2). Los sistemas con mayor número de especies son los ríos Liza (24), Manantiales (21), Oro (21), Órganos (19), El Rejón y Chuniapan (17). En los ríos Xoteapan, San

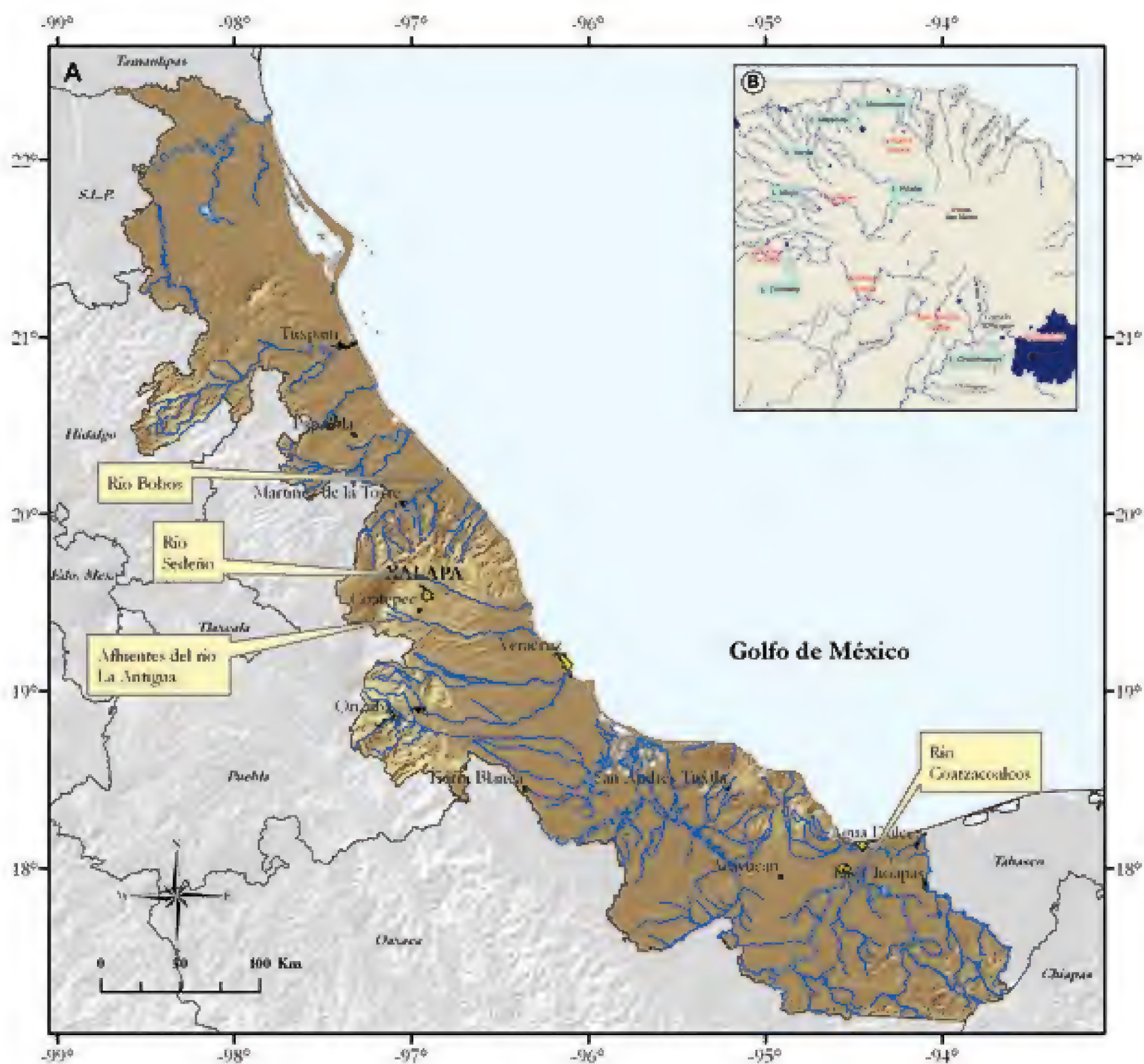


FIGURA 1. A) Ubicación de los ríos analizados en este trabajo. B) Lagos estudiados de Los Tuxtlas.

Joaquín y Liza sólo se encontraron diatomeas; en cambio, en los ríos Tecolapan, Chuniapan, Manantiales, Órganos y El Rejón, aunque predominaron las diatomeas, también se encontraron algunas especies de cianobacterias como *Merismopedia glauca* y *Phormidium chlorinum*; y finalmente los ríos más diversos fueron la cascada de Matacapán, el río de la cascada cercana al poblado Saltillo Caracolar y el Oro (figura 2). Las diatomeas que se encuentran en la mayoría de los ríos son *Amphipleura pellucida*, *Amphora ovalis*, *Cocconeis placentula*, *Cymatopleura solea*, *Fragilaria ulna*, *Gomphonema longiceps*, *Nitzschia linearis* y *N. romana*. De las clorofíceas sólo se ha encontrado a *Closterium acerosum*, *C. diana* y *Monoraphidium arcuatum* (véase apéndice VIII.4.2).

Los ríos de la zona cercana a la ciudad de San Andrés Tuxtla como el Xoteapan, el San Joaquín y la cascada de Matacapán se caracterizan por tener muy pocas especies (figura 2), entre las que predominan *Amphora ovalis*, *Pinnularia gibba* y *Synedra ulna*. En particular estos ríos se encuentran muy perturbados por la cercanía de asentamientos humanos como San Andrés. Los ríos Chuniapan y Saltillo Caracolar se caracterizan por la presencia de

cianofíceas como *Merismopedia glauca* y *Phormidium chlorinum*. En ambos ríos se encuentran exclusivamente *Gomphonema longiceps*, *Navicula radiosa* y *Surirella elegans*. Otras especies como *Nitzschia obtusa*, *N. vermicularis* y *Surirella ovalis* se registraron solamente en el río Chuniapan. En los ríos que drenan hacia el Golfo como el Manantiales, Revolución, El Rejón, Órganos, Oro, Manantiales y Liza se encuentran exclusivamente *Cymbella cistula*, *Eunotia sudetica*, *Rhopalodia gibberula* y *Terpsinoe musica*.

Otro río muy importante que se encuentra al sur del estado, es el río Coatzacoalcos, que tiene su origen en la sierra Chimapán, en el estado de Oaxaca. Este río es uno de los más contaminados de Veracruz, lo que se ha detectado desde la década de los setenta del siglo pasado, cuando se determinaron valores altos de contaminantes como metales pesados, en agua, sedimentos y organismos, principalmente en la región estuarina del río (Rosas, 1974; de la Chica *et al.*, 1978 en Bozada y Páez, 1986). Los estudios encontrados sobre microalgas de esta zona no son recientes, ya que datan de los años ochenta.

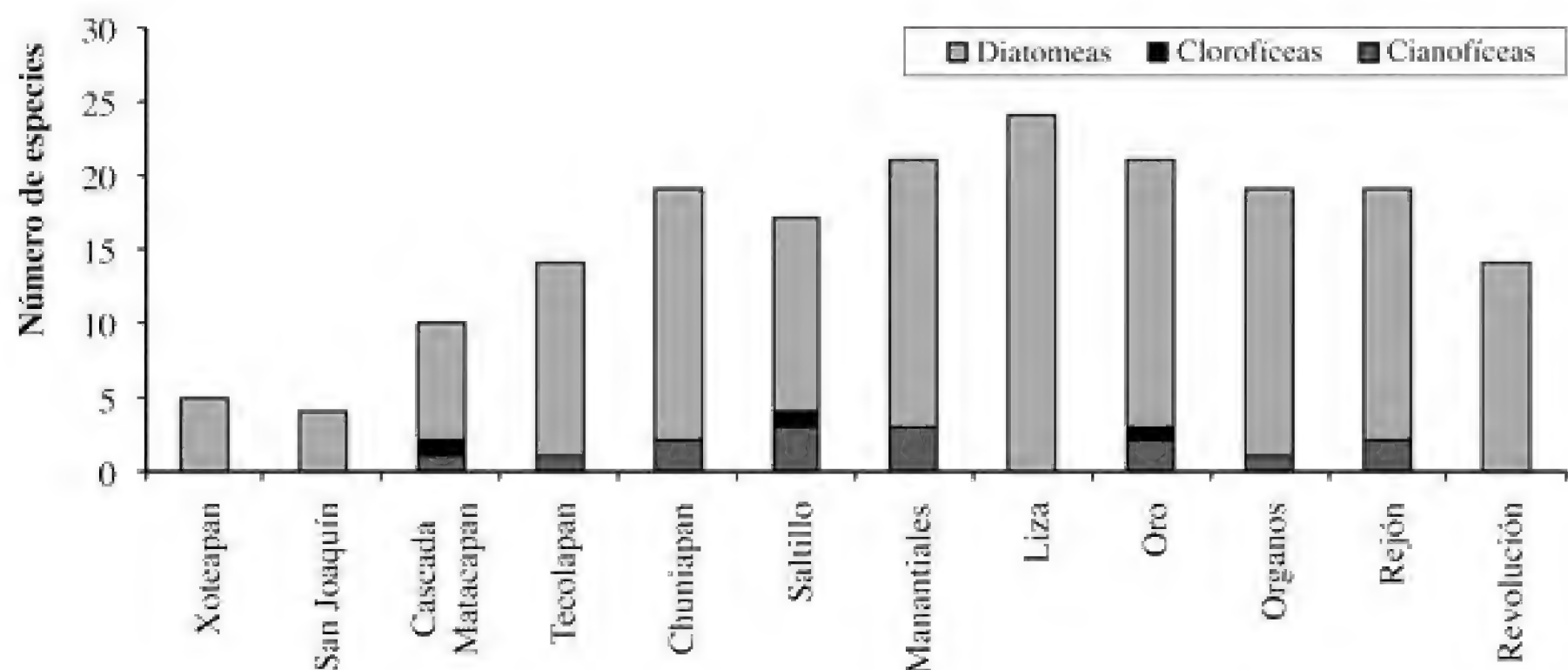


FIGURA 2. Número de especies por clase taxonómica de cada río estudiado en Los Tuxtlas.

El Centro de Ecodesarrollo realizó, en 1983-1984, una serie de trabajos de investigación en el río Coatzacoalcos y su afluente el río Calzadas, entre los cuales incluyó el estudio del fitoplancton en un ciclo anual. En este estudio se encontró que el río Calzadas estaba muy eutroficado ya que se registró una alta densidad de fitoplancton asociada a los vertidos de la industria de fertilizantes (Bozada y Páez, 1986). La comunidad fitoplanctónica estuvo dominada por 79 géneros de algas de las cuales 39.76 % correspondió a algas verdes (Chlorophyta), 46 % a las diatomeas (Bacillariophyta), 6.4 % a las cianobacterias (Cyanophyta), 5.12 % a los dinoflagelados y 2.56 % a las euglenas (Euglenophytas) (véase apéndice VIII.4.1). En particular, por su gran abundancia dominó el género *Cyclotella* en el río Calzadas. Otros géneros que predominaron fueron *Crucigenia*, *Merismopedia*, *Scenedesmus*, *Actinastrium*, *Characium*, *Euglena*, *Gymnodinium* y *Navicula*, asociados a condiciones de eutroficación. En otro estudio realizado en el río Coatzacoalcos, cinco años después, es interesante encontrar que *Cyclotella* fue reportada otra vez como el género dominante (Pérez-Barrón, 1991). Algunas especies de *Cyclotella* se pueden encontrar en condiciones de alta eutroficación, lo cual indica que en los ríos hay altas concentraciones de nutrientes (nitratos y fosfatos, principalmente). En este estudio, que se realizó a nivel de género, se determinaron 120 de ellos, de los cuales 61 correspondieron a las diatomeas, 36 a las algas verdes, 20 a las cianobacterias y un género de dinoflagelado.

Al comparar la composición de especies de diatomeas de todos los ríos a través de un método de clasificación, desde el Nautla hasta Los Tuxtlas (se excluye al río Coatzacoalcos ya que la información que se tiene es sólo a nivel de género), se formaron varios grupos (figura 3): los grandes ríos, Nautla y Sedeño, se agruparon al tener más especies en común entre ellos que con los pequeños ríos presentes en Los Tuxtlas, los ríos de la vertiente del Golfo formaron otro grupo, con los ríos Revolución, Órganos, El

Rejón, Oro, Liza y Manantiales, se agruparon los ríos alrededor de San Andrés Tuxtla como el San Joaquín, la cascada de Matacapán y el río Xoteapan y, por último, los ríos Tecolapan, Saltillo Caracolar y el Chuniapan, se mantienen como unidades independientes ya que presentan una composición de especies muy particular.

Estos resultados sugieren que las condiciones ambientales de los diferentes ríos favorecen una diversidad de microalgas fuertemente determinada por la cantidad y calidad del agua. En particular los diferentes grupos formados con los ríos de Los Tuxtlas, manifestaron una fuerte influencia del uso de suelo y de las características fisicoquímicas del agua sobre las comunidades de microalgas. Los ríos de la vertiente del Golfo son fisicoquímicamente diferentes a los de la vertiente continental, ya que en ellos se encuentra mayor concentración de sodio, e inclusive se ha encontrado evidencia que sugiere que hay actividad geotérmica (Ramos-Escobedo y Vázquez, 2001). Por el contrario, los ríos de la vertiente continental están muy alterados debido a la presencia de poblados como San Andrés Tuxtla.

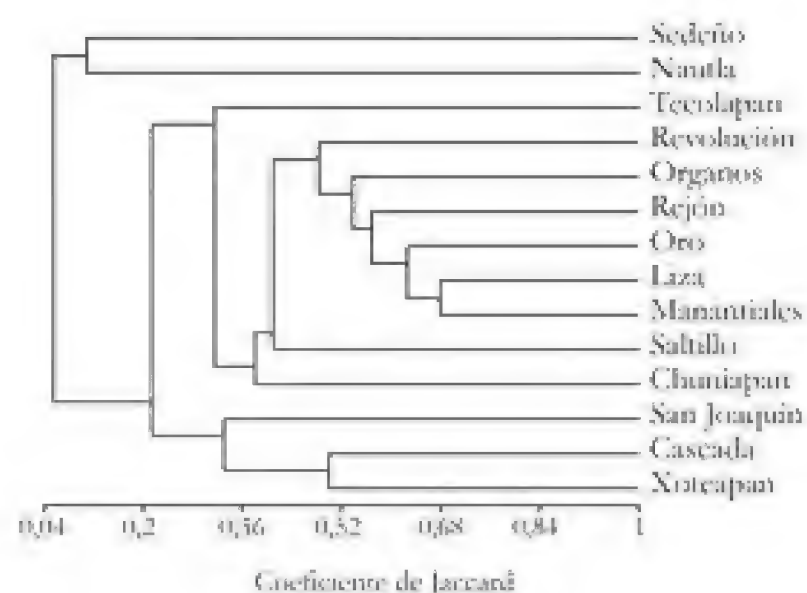


FIGURA 3. Agrupamiento de los ríos analizados de Veracruz, con base en la presencia de las microalgas reportadas. La figura muestra que los grandes ríos como el Nautla y el Sedeño tienen una composición de especies de microalgas diferente a la de pequeños ríos como los que se encuentran en Los Tuxtlas, debido a las diferentes condiciones ambientales presentes.

LAGOS

En la zona de Los Tuxtlas hay aproximadamente 40 cráteres de explosión alrededor del Volcán San Martín (Nelson y González-Caver, 1992; Martin-Del Pozzo, 1997). En ellos se han formado pequeños lagos volcánicos como Majahual, Chalchoapan, Manantiales, Mogo, Verde, Pizatal, Colorada y Encantada. Este tipo de lagos presenta una cuenca de captación del antiguo cráter con altas paredes que los rodean y con diferentes usos de suelo, lo que ha influido en el estado trófico de cada uno. Algunos lagos son profundos, como Manantiales, Majahual y Chalchoapan que alcanzan una profundidad media entre los 22 y 32 m, mientras Verde y Mogo son muy someros, con una profundidad máxima de 4 m (Vázquez *et al.*, 2004b). Los lagos con sus cuencas de captación mejor conservadas son Manantiales, que tiene las paredes de su cuenca cubiertas, en algunas zonas, con selva alta perennifolia y otras con acahual; y Majahual que aunque presenta un alto porcentaje de terrenos dedicados a la ganadería, conserva una franja de vegetación riparia en todo el perímetro del cuerpo de agua. Chalchoapan es el lago con la cuenca más alterada, con cultivos de maíz y zonas de pastoreo. Verde y Mogo, presentan también cuencas de captación muy alteradas ya que están dedicadas a la ganadería. Las columnas de agua en los lagos más profundos, presentan estratificación térmica en el verano y principios del otoño (mayo a noviembre) y recirculación en el invierno (enero-febrero) (Vázquez *et al.*, 2004a, b). En cambio, los lagos someros no se estratifican, por lo que presentan la misma temperatura de la superficie al fondo (Vázquez *et al.*, 2004a, b). Los lagos Chalchoapan, Verde y Mogo se consideran sistemas eutróficos ya que presentan altas concentraciones de nutrientes, y baja transparencia, entre otras características (Vázquez *et al.*, 2004b). En cambio, Majahual y Manantiales son considerados mesotróficos pues en general presentan bajas concentraciones de nutrientes. Chalchoapan sobre-

sale por presentar una mayor concentración de amonio en comparación con los otros lagos. La cuenca de este lago tiene cultivos de maíz, y en sus alrededores hay cultivo de tabaco, por lo que en época de lluvias recibe escurrimientos con altas concentraciones de sólidos suspendidos (Vázquez *et al.*, 2005).

El grado de eutroficación de estos lagos influye en la composición de especies fitoplanctónicas que se encuentran en ellos (Vázquez *et al.*, 2004a; Vázquez *et al.*, 2005; Caballero *et al.*, 2006) (véase apéndice VIII.4.3). En los lagos más eutróficos como Verde y Mogo, predominan las clorofíceas y cianobacterias (figura 4); en cambio, en Manantiales que es mesotrófico dominan las clorofíceas, siendo las cianobacterias el grupo menos representado; Majahual también es mesotrófico pero tiene una comunidad más diversa; por último, Chalchoapan tuvo un mayor número de especies de cianobacterias y diatomeas y pocas clorofíceas. El lago Verde que es somero y de los más eutróficos, tiene el mayor número de especies (58), seguido por Majahual, Chalchoapan, Manantiales y Mogo (figura 4).

Las especies que se pueden encontrar en la mayoría de los lagos son las cianobacterias *Anabaenopsis circularis*, *Aphanocapsa delicatissima*, *Aphanotece clathrata*, *Pseudoanabaena tenuis* y *Snowella atomus*; de las diatomeas *Achnanthes minutissima*, *Cymbella minuta*, *Fragilaria ulna* y *Gomphonema intricatum*; y de las clorofíceas *Ankistrodesmus fusiformis*, *Crucigeniella crucifera*, *Dictyosphaerium erhenbergianum*, *Kirchneriella obesa*, *Monoraphidium arcuatum* y *Scenedesmus acuminatus* (véase apéndice VIII.4.3).

En Chalchoapan se ha reportado a la cianobacteria *Microcystis aeruginosa* con una dominancia del 80 % a nivel de biomasa durante varios meses (Vázquez *et al.*, 2005). Esta especie encuentra condiciones favorables para su crecimiento cuando hay una alta estabilidad de la columna de agua, así como altas temperaturas, altas concentraciones de nutrientes y baja transparencia. Su dominancia puede influir sobre la abundancia de las otras

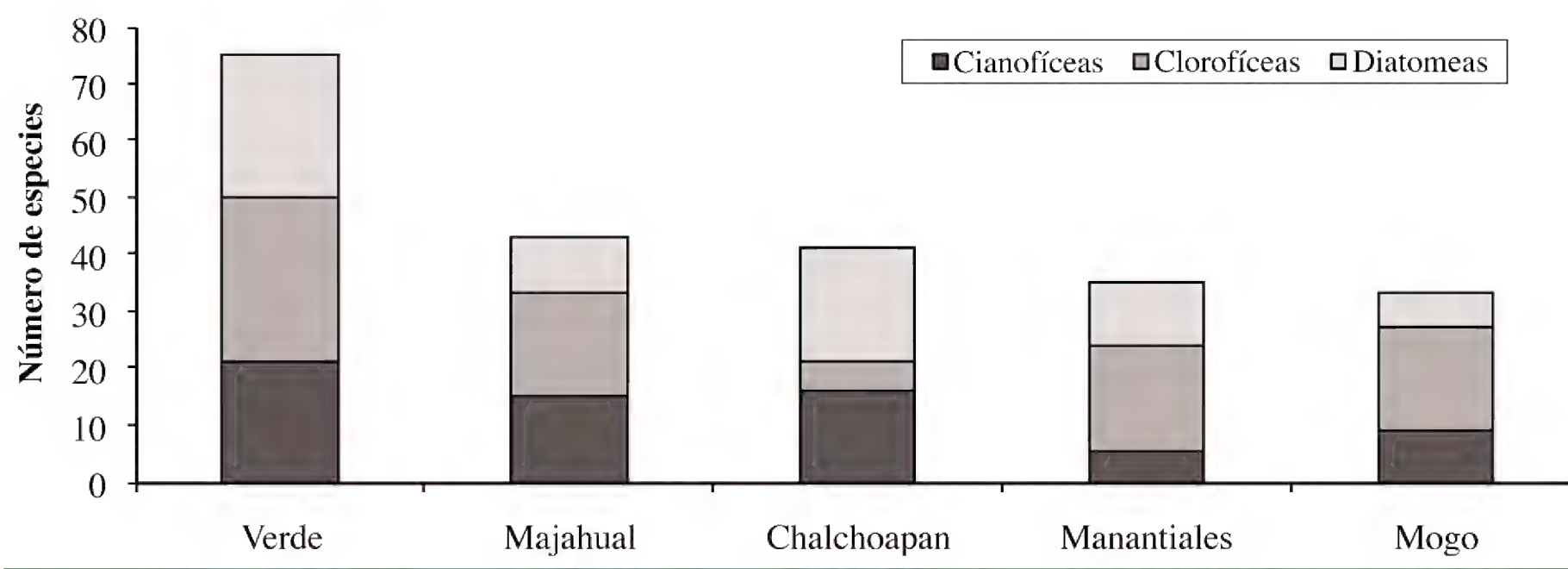


FIGURA 4. Número de especies por clase taxonómica en cada lago estudiado en Los Tuxtlas.

especies, disminuyendo la diversidad de la comunidad en forma importante. Otras especies que pueden ser muy abundantes también en este lago eutrófico son *Aphanocapsa grevillei*, *Botryococcus braunii*, *Merismopedia tenuissima*, *Monoraphidium contortum*, *Pandorina morum* y *Sphaerocystis planctonica*, entre otras.

Por otra parte, en Lago Verde se realizó un estudio paleolimnológico en el que se relacionó la diversidad de la comunidad de fitoplancton actual, con la preservada en los sedimentos del lago (superficiales y hasta de 1 m de profundidad). Con esta información se reconstruyó la historia ambiental del lago y su cuenca de captación en los últimos 350 años (Caballero *et al.*, 2006). De 1664 a 1963 dominaron *Aulacoseira ambigua* y *A. muzzanensis*, que indican que el lago tenía una menor concentración de nutrientes y una mayor profundidad; el lago posiblemente era mesotrófico. De 1963 a 2001 hay un cambio en la composición de especies y se encuentran las diatomeas *Achnanthes minutissimum*, *Fragilaria capucina* y *Aulacoseira granulata*. En particular *A. minutissimum* es una especie bentónica-ticoplanctónica y se le encuentra en condiciones de perturbación, mientras que *F. capucina* y *A. granulata* son planctónicas y de hábitats eutróficos (Caba-

llero *et al.*, 2006). En el intervalo de 1963 a 1988, *Achnanthes minutissimum* aumentó notablemente junto con otras especies que viven principalmente sobre las piedras (perifíticas), sugiriendo que en este periodo el lago sufrió el máximo impacto humano. El retorno de *F. capucina* y *A. granulata* y otras menos abundantes indica que después de 1988 el impacto humano por la deforestación en la cuenca de Lago Verde, si bien continúa, ha ido disminuyendo, favoreciéndose una menor turbidez del agua y menor concentración de nutrientes, por lo que el lago ha llegado a un nuevo equilibrio ecológico. Cabe hacer notar que a pesar de esto, el lago actualmente es eutrófico y que el continuo de selvas de los años cincuentas del siglo pasado es ahora un paisaje fragmentado con cultivos y pastizales mezclados con manchones de vegetación de selva (Caballero *et al.*, 2006).

Otro lago muy importante de la región es el lago de Catemaco, que es uno de los más grandes de México (Torres-Orozco y Pérez-Rojas, 2002). Se originó en una cuenca formada por derrames lávicos plio-pleistocénicos que interceptaron el drenaje natural de un valle tectónico de rocas sedimentarias del Terciario Medio (Martin-Del Pozzo, 1997). Existen diversos estudios sobre su geomor-

fología y morfometría así como estudios limnológicos (Pérez-Rojas, 1984; Suárez *et al.*, 1986; Pérez-Rojas y Torres-Orozco, 1992; Rojas *et al.* 1993, Orozco *et al.* 1997, Torres-Orozco y Pérez-Rojas, 2002). Catemaco es actualmente considerado un lago eutrófico, con altos niveles de nutrientes y una alta productividad primaria. La deforestación y la contaminación proveniente de la ciudad de Catemaco y de los pequeños poblados aledaños están sometiendo a este lago a una fuerte presión.

En relación con la diversidad del fitoplancton, se ha encontrado que dos especies de cianobacterias pueden ser dominantes, *Cylindrospermopsis catemaco* y *C. philippinensis*, con una biomasa que varía entre el 34 y el 81 %; aunque también se encuentran otras cianobacterias, *Planktolyngbya circumcreta* y *Chroococcus microscopicus* entre otras (Komárek y Komárkova-Legnerová, 2002; Komárkova-Legnerová y Tavera, 1996) (apéndice VIII.4.3). Otras especies que se han reportado son las diatomeas *Achnanthes minutissima*, *Aulacoseira granulata*, *A. italica* y *Fragilaria construens*. Recientemente se han descrito nuevas especies de cianobacterias para Catemaco, como *Aphanothece comasii*, *Coelomorion minimus*, *Cylindrospermopsis catemaco* y *Planktolyngbya regularis* (Komárkova-Legnerová y Tavera 1996), y *Cyanobacterium lineatum*, *Cyanotetras aerotopa*, *Anabaena fallax* y *Cylindrospermopsis taveriae* (Komárek y Komárkova-Legnerová, 2002).

La laguna El Castillo y El Dique que se encuentran en Xalapa (figura 1A), son sistemas artificiales que presentan especies comunes con los lagos naturales que se muestran en este trabajo, así como otras especies indicadoras de eutrofización (apéndice VIII.4.3) (Blanco, 1982; Blanco y Ramírez, 1998). En El Castillo, la presencia de géneros como *Tabellaria* y *Melosira*, indican aguas poco mineralizadas, así como la presencia de *Fragilaria* y algunas especies de *Melosira* indican una eutrofización mediana. Por otra parte, se registró también a *Spirulina*, *Cladophora*, *Oedogonium*, *Coelastrum*, *Cosmarium* y

Scenedesmus, que son características de embalses de aguas profundas. En el Dique es importante señalar la presencia de *Microcystis aeruginosa* y *M. incerta*, que son características de aguas muy eutróficas (Prescott, 1975; Lee, 1980).

LOS ESTUDIOS DE LAS MICROALGAS EN VERACRUZ Y MÉXICO EN EL FUTURO

El conocimiento de la ecología, taxonomía y biogeografía de las microalgas de los sistemas de agua dulce en el estado de Veracruz es de suma importancia. Se puede concluir que Veracruz tiene una gran diversidad de microalgas, pues en todos los trabajos revisados se encontró una gran riqueza de especies de los grupos más importantes como las cianobacterias, diatomeas y clorofíceas.

Es difícil hacer una comparación entre el número de especies, y/o géneros de lo publicado para otros sitios de México y lo reportado en este trabajo, debido a la escasez de información en todo el país. En el cuadro 1 se presenta un resumen del número de géneros y especies por clase taxonómica reportados por ambiente (ríos y lagos) en este trabajo. En los ríos las diatomeas tuvieron la mayor riqueza (166 especies), mientras que en los lagos las cianofíceas y algas verdes predominaron (58 y 54 especies, respectivamente).

Uno de los problemas más importantes que se presenta en el estudio de la biodiversidad de las microalgas de México es la falta de estudios taxonómicos que permitan identificar correctamente a las especies de zonas tropicales. Esto provoca que se tenga que recurrir a bibliografía de zonas templadas, por lo que muchas veces la identificación es inexacta. El de las cianobacterias es uno de los grupos en los que se han efectuado revisiones taxonómicas más profundas, lo que ha dado como resultado la descripción de especies nuevas de México (Komárkova y Tavera, 1996).

CUADRO 1. Número de géneros y especies de las clases taxonómicas más importantes encontradas en los ríos y lagos presentados en este trabajo

	CYANOPHYCEAE	BACILLARIOPHYCEAE	CHLOROPHYCEAE
<i>RÍOS</i>			
<i>Géneros</i>	19	43	45
<i>Especies</i>	37	166	72
<i>LAGOS</i>			
<i>Géneros</i>	25	35	39
<i>Especies</i>	70	85	84

Por otro lado, el gran deterioro que presentan muchos de los ríos y lagos del estado de Veracruz está afectando la diversidad original de las microalgas. Las principales amenazas que pueden afectar a los sistemas de agua dulce son la modificación del entorno y el uso de suelo, y la contaminación puntual y difusa. Altas concentraciones de nutrientes, principalmente nitrógeno y fósforo, provenientes de fertilizantes o de contaminación urbana, favorecen el aumento de las poblaciones de algas, como las algas verde-azules. Algunas especies pueden formar grandes natas, provocando que el agua tenga olor y sabor desagradables, lo que altera su posible uso por el ser humano. Por otra parte, en sistemas muy alterados, donde la comunidad de microalgas está dominada por algas verde-azules, también se pueden alterar las cadenas alimenticias ya que hay especies que son poco comidas por su naturaleza colonial y filamentosa; tal vez lo más grave es que hay especies que pueden ser tóxicas a mamíferos y peces, incluso al hombre.

De esta revisión se desprende que hay un escaso conocimiento sobre la diversidad y ecología de las microalgas de ríos y lagos del estado. Así, es muy importante incrementar y difundir los estudios de este grupo en todo el estado, así como realizar nuevos muestreos en los sistemas ya estudiados, lo que permitiría tener una idea de los cambios en la composición de especies que expliquen el estado de conservación de los ríos y lagos de Veracruz.

AGRADECIMIENTOS. Parte de la información que se presenta en este trabajo fue obtenida de proyectos apoyados por Conacyt (4158P-N9608, 32732-T y 43082), Conabio (S022) e Instituto de Ecología, A.C. (20011-10). Agradecemos a Rosario Landgrave la elaboración del mapa.

LITERATURA CITADA

- BLANCO, P.R., 1982, *Avance fitológico de la laguna El Castillo, municipio de Xalapa, Ver.*, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa.
- BLANCO, P.R. y A. Ramírez, 1998, *Diagnóstico fitoplanctónico del lago del Dique, municipio de Xalapa, Ver.*, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa.
- BOZADA, L. y M. Páez, 1986, *La fauna acuática del río Coatzacoalcas*, Serie Medio Ambiente en Coatzacoalcas, vol. VIII, Centro de Ecodesarrollo, Universidad Veracruzana, Veracruz.
- CABALLERO, M., G. Vázquez, S. Lozano-García, A. Rodríguez, S. Sosa-Nájera, A.C. Ruiz-Fernández y B. Ortega, 2006, Present conditions and recent (ca. 340 yr.) paleolimnology of a tropical lake in the Sierra de Los Tuxtlas, Eastern Mexico, *Journal of Paleolimnology* 35: 83-97.
- DE LA LANZA-ESPINO, G., S. Hernández y J.L. Carbajal (comp.), 2000, *Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores)*, Semarnap/Plaza y Valdés, México, 633 pp.
- DE LA LANZA-ESPINO, G. y J.L. García-Calderón (comp.), 2002, *Lagos y presas de México*, AGT Editor, México, 680 pp.
- GARCÍA-CALDERÓN, J.L. y G. De la Lanza, 2002, Las aguas epicontinentales de México, en G. de la Lanza y J.L. García Calderón (comp.), *Lagos y presas de México*, AGT Editor, México, pp. 5-34.
- KOMÁREK, J. y J. Komárková-Legnerová, 2002, Contribution to the knowledge of planktonic cyanoprokariotes from central Mexico, *Preslia* 74: 207-233.

- KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ, J. y R. Tavera, 1996, Cyanoprokariota (Cyanobacteria) in the phytoplankton of Lake Catemaco (Veracruz, Mexico), *Algological Studies* 83: 403-422.
- , 2003, Steady state of phytoplankton assemblage in the tropical Lake Catemaco (Mexico), *Hidrobiología* 502: 187-196.
- LEE, E.R., 1980, *Phycology*, Cambridge University Press, EUA, 478 pp.
- LICONA, S.M., 2003, *Diversidad fitoplanctónica del río Sedeño, tramo Plan Rincón del Sedeño-Col. 6 de enero*, tesis de licenciatura, Facultad de Biología, Campus Xalapa, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 51 pp.
- MARTIN-DEL POZZO, A. L., 1997 Geología, en Dirzo R. y R. C. Voght (eds.), *Historia natural de Los Tuxtlas*, UNAM, México, pp. 25-53.
- MORENO-RUIZ, J.L., 2000, Fitoplancton, en G. De la Lanza, S. Hernández y J.L. Carbajal (comps.), *Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores)*, Semarnap/Plaza y Valdés, México, pp. 43-108.
- NELSON, S.A. y E. González-Caver, 1992, Geology and K-Ar dating of the Tuxtla volcanic field, Veracruz, Mexico, *Bulletin of Vulcanology* 55:85-96.
- ORTEGA, M., 1984, *Catálogo de algas continentales recientes de México*, UNAM, Mexico, 566 pp.
- PALESTINA-CURTIDOR, G., 1997, *Comparación y variación de las diatomeas del perifiton epilítico del río Nautla, Veracruz, y su relación con algunos factores físicos y químicos del agua (noviembre 1989-mayo 1990)*, tesis de licenciatura, Facultad de Biología, Campus Xalapa, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 99 pp.
- PÉREZ-BARRÓN, M.I., 1991, *Composición fitoplanctónica en el bajo del río Coatzacoalcos en un ciclo anual (1987-1988)*, tesis de licenciatura, Facultad de Biología, Campus Xalapa, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 103 pp.
- PÉREZ-ROJAS, A., 1984, *Investigaciones geológicas preliminares en el Lago de Catemaco, Veracruz, México*, tesis, Facultad de Ingeniería, UNAM, México.
- PÉREZ-ROJAS, A. y R.B. Torres-Orozco, 1992, Geomorfología y batimetría del lago de Catemaco, Veracruz, México, *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, UNAM, 19: 17-22.
- PÉREZ-ROJAS, A., R.B. Torres-Orozco y A.Z. Márquez-García, 1993, Los sedimentos recientes del lago de Catemaco, Veracruz, *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, UNAM, 20: 67-76.
- PRESCOTT, G.W., 1975, *Algae of the Western Great Lakes Area*, Brown Company Publishers, 977 pp.
- RAMOS-ESCOBEDO, M. y G. Vázquez, 2001, Major ions, nutrients and primary productivity in volcanic neotropical streams draining rainforest and pasture catchments at Los Tuxtlas, Veracruz, México, *Hidrobiología* 445: 67-76.
- SUÁREZ, E., L. Segura y M.A. Fernández, 1986, Diversidad y abundancia del plancton en la laguna de Catemaco, Veracruz, durante un ciclo anual, *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología* 13 (3): 313-316.
- TORRES-OROZCO, R.B. y A. Pérez-Rojas, 2002, El Lago de Catemaco, en G. De la Lanza y J.L. García-Calderón (comps.), *Lagos y Presas de México*, Centro de Ecología Desarrollo, México, pp. 213-251.
- TORRES-OROZCO, R.B., C. Jiménez Sierra, J.L. Buen Abad y A. Pérez-Rojas, 1997, Limnología, en E. González Soriano, R. Dirzo y R.C. Vogt (eds.), *Historia Natural de los Tuxtlas*, UNAM, México, pp. 33-41.
- VÁZQUEZ, G., E. Díaz-Pardo, A. Gutiérrez-Hernández, I. Doadrio y A. de Sostoa, 2004a, Los ríos y los lagos, en Los Tuxtlas, Guevara, S., J. Laborde y G. Sánchez-Ríos (eds.), *Unión Europea-Inecol*, pp. 201-230.
- VÁZQUEZ, G., M.E. Favila, R. Madrigal, C. Montes del Olmo, A. Baltanás y M.A. Bravo, 2004b, Limnology of crater lakes in Los Tuxtlas, Mexico, *Hidrobiología* 523: 59-70.
- VÁZQUEZ, G., S. Jiménez, M.E. Favila y A. Martínez, 2005, The relationship between seasonal dynamics of phytoplankton and the cyanobacterial dominance in

a eutrophic crater lake (Los Tuxtlas, México), *Ecoscience* 12 (4): 485-493.

VILLARAUZ, K., 2006, *Dinámica espacial y temporal del epilíton en ríos de la cuenca alta del río La Antigua, Ver.*, tesis de licenciatura, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla.

Los musgos y el corredor florístico del Golfo



Claudio Delgadillo Moya

INTRODUCCIÓN

Los musgos son plantas generalmente pequeñas. Su cuerpo consiste de tallos foliosos con filamentos delgados o rizoides que los anclan al sustrato. Las estructuras sexuales masculinas –los anteridios– producen células móviles que fecundan a la célula sexual femenina contenida dentro del arquegonio. La fecundación da lugar a un embrión que al madurar produce esporas en cápsulas diminutas que permiten su dispersión.

A pesar de su relativa sencillez, los musgos son un grupo exitoso. Con alrededor de 12 800 especies en el mundo (Crosby *et al.*, 1999), son parte de bosques y selvas o de zonas de nieves perpetuas; participan en la economía del agua y de los nutrientes en esos ecosistemas y establecen asociaciones con plantas, animales diminutos y hongos. Su presencia es importante para el balance hídrico y para la supervivencia de las especies vegetales de mayor porte. Representan un grupo antiguo cuya evolución ha sido comparativamente lenta. Muchos fósiles

muestran que los musgos han cambiado poco durante millones de años por lo que dichos fósiles son muy similares en estructura a los musgos modernos (Frahm 1997; Frahm y Reese, 1998; Janssens *et al.*, 1979). Por esa longevidad evolutiva, los musgos son importantes en los estudios de la historia de la flora y pueden confirmar o apoyar las conclusiones de los estudios biogeográficos con otros organismos.

La flora de musgos de México comprende cerca de 983 especies y variedades. Los patrones de distribución no han sido revisados con detalle porque la exploración del territorio nacional todavía es incompleta. No obstante, en algunas regiones, como el Eje Neovolcánico y el estado de Veracruz, la flora de musgos es comparativamente bien conocida y es posible revisar algunas implicaciones biogeográficas de su distribución en esas localidades.

La discusión del papel fitogeográfico del Eje Neovolcánico, basado en la distribución de musgos (Delgadillo, 1985), sugirió que esta cordillera había afectado el flujo florístico de varias formas. En la pri-

mera contribución y en subsecuentes publicaciones (Delgadillo, 1987, 1988, 1992, 1998) se propuso que el Eje había contribuido a la expansión de las áreas de distribución de los musgos y de otros organismos. Tal propuesta se basó en la observación de que las especies de musgos de las altas elevaciones, especialmente las de la flora alpina, tienen una distribución generalizada en toda la cordillera, por encima de los 2 700 m de altitud. Sus áreas de distribución conectan las Sierras Madres e incluyen localidades montañosas en el sur de México, Centroamérica y en la Cordillera de los Andes, en Sudamérica.

Por otro lado, también se propuso que debido a su orientación este-oeste, el Eje Neovolcánico constituye una barrera física y ecológica, aunque sus desniveles topográficos han permitido el intercambio florístico en dirección norte-sur y viceversa. En este sentido, se propuso la existencia de cuando menos siete corredores florísticos internos que han promovido dicho intercambio. Sin embargo, la elevación de las montañas, las sombras de lluvia, la disponibilidad de microambientes, los mecanismos de dispersión limitada —por ejemplo, en especies cleistocárpicas y en las que no producen esporofitos— y la historia geológica de la región, son factores que han afectado negativamente el número de especies representadas a uno y otro lado de la cordillera. Aunque de manera intuitiva se puede percibir que los planos costeros del país son zonas de penetración de plantas, excepto por el trabajo de Pursell y Reese (1970), en la vertiente del Golfo de México no ha habido estudios útiles para documentar su papel como áreas de intercambio de musgos. Para las plantas vasculares, los mapas de distribución (Pennington y Sarukhán, 1968) y de la vegetación, por ejemplo, de la Región Florística Caribeña (Rzedowski, 1978) apoyan estas hipótesis.

En el presente trabajo se presenta un listado preliminar de los musgos del estado de Veracruz con el objeto de mostrar su diversidad. Con base en información de herbario y bibliográfica, se documenta la distribución geográfica y altitudinal de la flora para

hacer un diagnóstico de la participación del estado de Veracruz como parte del corredor florístico del Golfo.

DIVERSIDAD DE MUSGOS

Los musgos de Veracruz han sido recolectados con frecuencia y a menudo se citan ejemplares en estudios florísticos (Müller, 1848-1851), monografías y revisiones taxonómicas (Hedenäs, 2003; Rao, 2001), pero pocas publicaciones se refieren a estudios florísticos especiales, por ejemplo, las de Delgadillo (1976), De Luna (1985, 1988) y Juárez (1983) son las únicas que se refieren a musgos de áreas locales particulares; Contreras (1986), presentó una tesis profesional sobre musgos del centro de Veracruz, pero no parece haber sido formalmente publicada. La publicación de la flora de musgos de México por Sharp *et al.* (1994) podría considerarse como la síntesis de los estudios florísticos y taxonómicos para el estado. Sin embargo, aunque preparada por especialistas, la flora no incluyó la revisión exhaustiva de los ejemplares citados en la literatura.

Para contar con un listado actualizado de la flora de musgos del estado de Veracruz se revisaron los acervos de la Colección de Briofitas del Herbario Nacional MEXU, de donde se obtuvieron 395 registros (apéndice VIII.5.1). Sharp *et al.* (1994) incluyeron, además, 141 registros de taxa no representados en nuestras colecciones (apéndice VIII.5.2). Por tanto, de manera preliminar aquí se reconocen 536 especies y variedades de musgos para el estado de Veracruz, es decir, alrededor del 55 por ciento de las especies y variedades conocidos de la república mexicana. Sharp *et al.* (1994), citaron solamente 481 especies y variedades por lo que es necesario verificar la identidad, nomenclatura y distribución estatal de los nuevos registros para contar con un listado confiable. A pesar de estas limitaciones, puede afirmarse que el estado de Veracruz contiene una flora de musgos muy diversa, comparable a la de los estados de Chiapas y Oaxaca.



FIGURA 1. *Leucolema serrulatum* C. Müll. Es una especie generalmente de elevaciones bajas. Crece en los bosques mesófilos de Chiapas, Oaxaca, Puebla y Veracruz, con frecuencia en la zona de transición con la Selva Alta Perennifolia. Se distribuye desde México hasta el norte de América del Sur y las Antillas (Foto: Claudio Delgadillo Moya).

En diferentes proporciones, los musgos de Veracruz están representados en todos los ambientes (excepto los marinos) y tipos de vegetación; son abundantes en biomasa y en número de especies en las selvas altas y en los bosques mesófilos, pero son también importantes en las zonas alpinas del estado. Lamentablemente, con la expansión de las actividades agrícolas y ganaderas, y el crecimiento de poblaciones y ciudades, la flora de musgos de muchas localidades ha sido severamente diezmada. En la zona de Naolinco y Xalapa hasta 1966 había bosques mesófilos bien conservados con una abundante cubierta de musgos; actualmente dichos bosques han desaparecido, excepto en las zonas más inaccesibles. La situación se repite a lo largo del estado, donde las selvas han sido sustituidas por acahuales, potreros y terrenos de cultivo; es bien conocida la destrucción de que fue objeto la zona del Río Uxpanapa ($17^{\circ} 15' N - 94^{\circ} 39' W$) y la desaparición de las selvas en Los Tuxtlas ($18^{\circ} 34' N - 96^{\circ} 5' W$). Muestras de los musgos de esas regiones están depositadas en MEXU; algunas documentan registros nuevos para el país y sugieren una mejor cobertura y representación previas, en ausencia de la excesiva perturbación por el hombre.



FIGURA 2. *Pirella cymbifolia* (Sull.) Card. Crece en las selvas altas de Veracruz y en otros estados del sureste de México. Su distribución general es similar a la de *L. serrulatum* (Foto: Claudio Delgadillo Moya).

DISTRIBUCIÓN

La flora de musgos del estado de Veracruz indudablemente tiene orígenes y relaciones diversas. De las 78 especies y variedades endémicas al país, 21 se distribuyen también en Veracruz, pero sólo *Floribundaria schenckii*, *Neckera pachycarpa* y *Streptopogon juarezii* son exclusivas de ese estado. Las especies endémicas restantes se conocen de otros estados de la República Mexicana, aunque frecuentemente están restringidos a microambientes particulares. Tal es el caso de las especies alpinas del Pico de Orizaba ($19^{\circ} 1' N - 97^{\circ} 16' W$) y del Cofre de Perote

(19° 28' N – 97° 9' W) que son compartidas con otras elevaciones del Eje Neovolcánico. *Bryoerythrophyllum andersonianum*, *Hymenolomopsis toluensis* y *Philonotis corticata* son ejemplos de las especies alpinas compartidas.

Con excepción de las especies endémicas, los musgos del estado de Veracruz tienen una amplia distribución en el mundo. Los contingentes más importantes están representados por las especies



FIGURA 3. *Thamnobryum tumidicaule* (Wagn.) Bowers. Es un representante de los bosques mesófilos de hábito dendroide. Su distribución general también incluye América Central, norte de América del Sur y las Antillas (Foto: Claudio Delgadillo Moya).

que, además de su distribución continental americana, se distribuyen en las islas del Caribe (173 spp.) y por las de amplia distribución en el mundo (156 spp.) que incluyen especies cosmopolitas, subcosmopolitas, pantropicales y disyuntas bicontinentales. Son importantes por su número las especies que se distribuyen entre México y el norte de Sudamérica (101 spp.), mientras que los grupos menos representados son los que tienen distribución boreal (64 spp.) y austral (21). Debe reconfirmarse la presencia en Veracruz de una especie relacionada con la flora del desierto Chihuahuense. Estos datos indican, como podría esperarse, que en la flora de musgos del estado predominan los taxa americanos de distribución tropical.

Los musgos crecen desde cerca del nivel del mar (*Calymperes palisotii* y *Erpodium domingense*, en bosques de dunas, a 10 msnm) hasta las regiones más altas de Veracruz, en los pastizales alpinos y cerca de las nieves perpetuas. En los párrafos que siguen se mencionan otros aspectos de su distribución regional y nacional, con énfasis en su significado geográfico.

EL CORREDOR FLORÍSTICO DEL GOLFO

La distribución de los musgos en el estado de Veracruz puede revisarse con base en los ejemplares de herbario en MEXU. En el apéndice VIII.5.1 se ha dividido el área estatal en incrementos latitudinales de un grado; las especies en cada subdivisión muestran la diversidad de musgos y su distribución a lo largo del estado. Los números de especies más altos en las subdivisiones de los 18 y 19° corresponden a las zonas aparentemente más diversas, pero indudablemente también a las mejor exploradas. El Pico de Orizaba, en el límite con el estado de Puebla, y el Cofre de Perote hacen de ésta una zona topográfica y ecológicamente muy diversa. Estas elevaciones y las áreas aledañas han sido visitadas asiduamente por colectores de todos los grupos vegetales desde el

siglo XIX, pues se localizan a lo largo de rutas comerciales importantes hacia el centro del país. La zona de los 17° parece haber recibido menos atención que las anteriores, especialmente en los límites con los estados de Oaxaca y Chiapas; incluye terrenos de elevaciones bajas, fuertemente perturbados, con vegetación semiseca hacia el Istmo de Tehuantepec.

Por su distribución en la República Mexicana, los musgos de Veracruz están representados en las 32 entidades políticas. Sin embargo, por su similitud general, la flora de musgos de Veracruz es más cercana a la de Oaxaca, Puebla, Chiapas e Hidalgo, de acuerdo con cálculos del índice de similitud de Jaccard y del análisis de conjuntos UPGMA (figura 4). Indudablemente, tal similitud florística puede atribuirse a la presencia de ambientes similares en zonas geográficamente cercanas. Por ello, también los estados de San Luis Potosí y Tamaulipas aparecen como cercanos en el diagrama de la figura 4. Sin embargo, la similitud con los estados que cubren el Eje Neovolcánico podría interpretarse como debida al contacto florístico a través de las montañas. La figura 1 muestra cierta tendencia hacia la similitud con otras entidades del Golfo y del Pacífico, pero el escaso parecido con entidades del interior podría explicarse como derivada de la lejanía geográfica, climas continentales, barreras orográficas y por escaso conocimiento florístico. Ejemplos del último caso son los estados de Aguascalientes y Guanajuato.

Tomando en consideración que los musgos del Eje Neovolcánico parecen separarse en grupos altitudinales, en este trabajo se distinguen las especies conocidas por encima y por debajo de los 2 700 m. Esta cota representa el límite altitudinal aproximado de la distribución de muchas especies de musgos en el centro de la república mexicana. En el estado de Veracruz la flora de musgos se puede situar en tres grupos, de acuerdo con los datos en los apéndices VIII.5.1 y VIII.5.2. El primer grupo reúne cerca de 359 especies que se distribuyen por debajo de los 2 700 m; muchas de ellas se consideran frecuentemente como tropicales. En contraste, el

segundo contingente agrupa a las especies que consistentemente se distribuyen por encima de los 2 700 m, incluyendo a los taxa alpinos. El último grupo incorpora a las especies de amplia distribución altitudinal o que se localizan especialmente en altitudes intermedias.

El grupo que se distribuye por debajo de los 2 700 m podría apoyar la hipótesis de la participación del estado de Veracruz como un corredor florístico. Podría esperarse que las especies de las elevaciones bajas estuvieran ampliamente distribuidas alrededor de la cuenca del Golfo de México y que hubiera continuidad florística hacia las zonas de alta diversidad briológica en el sur. Pursell y Reese (1970) discutieron y proporcionaron ejemplos de las afinidades florísticas entre los planos costeros de México y de los Estados Unidos de América; estos autores hicieron referencia a muchas especies tropicales conocidas de las elevaciones bajas de Veracruz que se comparten hacia el norte con los estados costeros de la unión americana. En el territorio nacional, el número de especies veracruzanas de las bajas elevaciones comunes con los estados del norte y occidente disminuye progresivamente: con Puebla se comparten 186 especies, con Tamaulipas 148, Hidalgo 147, San Luis Potosí 139 y Nuevo León 50. Por otra parte, hacia el sureste se observa una discontinuidad florística entre Veracruz y Tabasco y los estados de la Península de Yucatán. La pobre representación de la flora de elevaciones bajas hacia el sureste (las especies compartidas con Tabasco son 30, con Campeche 33, Quintana Roo 36 y con Yucatán 43) es debida en parte a la disminución de la amplitud del plano costero, a una flora poco conocida en Tabasco que ha estado sujeta a perturbación intensa y a diferencias fisiográficas y geológicas importantes. La baja elevación peninsular, los sustratos calizos y el clima comparativamente seco (*cf.* Delgadillo, 1984) pueden ser las causas de la pobreza briológica de la Península de Yucatán. Sin embargo, hacia el sur la proporción de especies veracruzanas compartidas es comparativamente alta: de

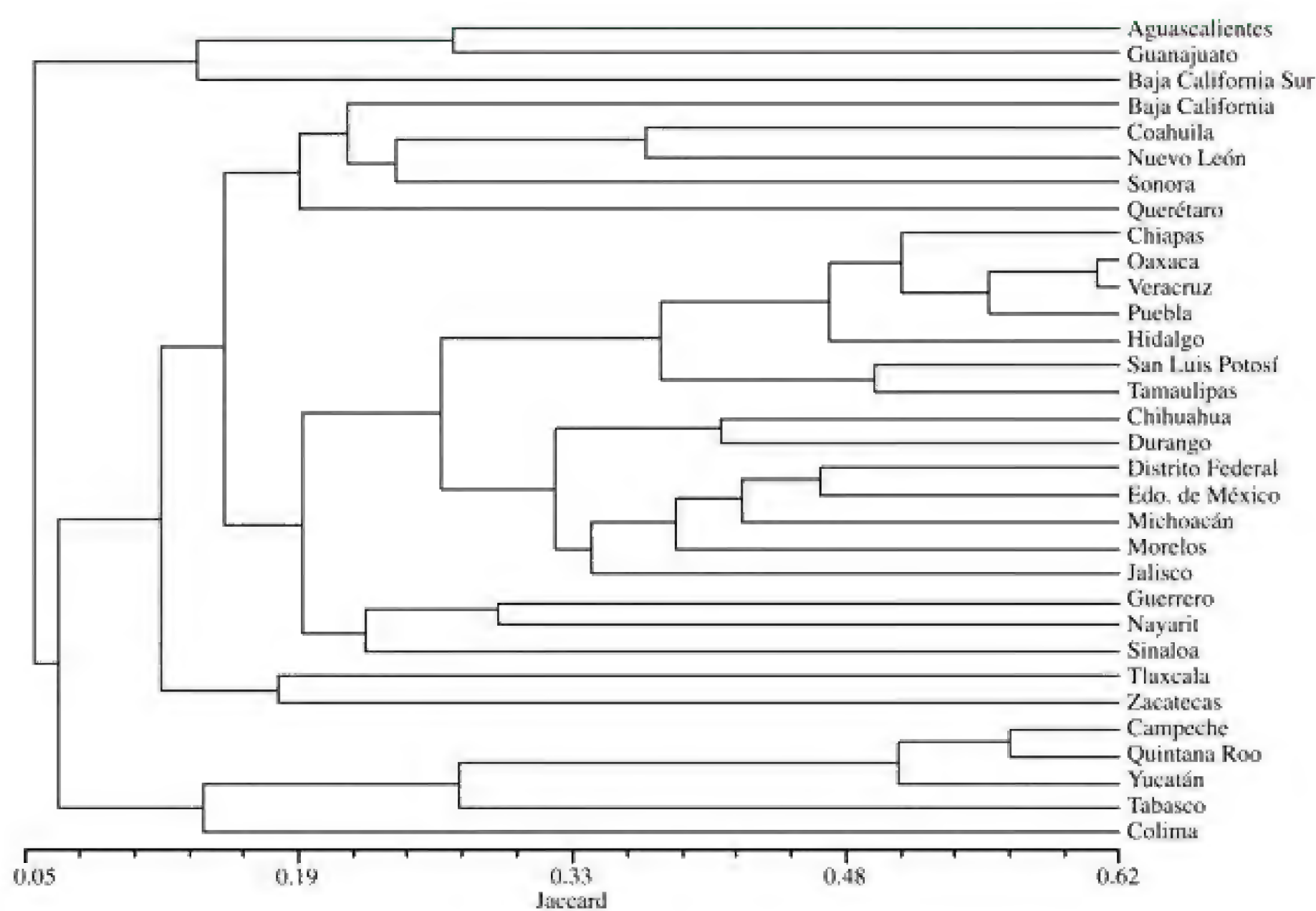


FIGURA 4. Similitud florística general de la flora de musgos del estado de Veracruz con respecto a la flora de otros estados de la República Mexicana.

las 359 especies en las elevaciones bajas de Veracruz, 227 son comunes con Oaxaca y 217 con Chiapas.

Además de las similitudes florísticas señaladas, la flora de musgos de las bajas elevaciones de Veracruz comparte muchas especies con los estados del plano costero del Pacífico: con Guerrero hay 55 especies en común, Colima 14, Nayarit 73, Sinaloa 34, Sonora 26, Baja California 26 y Baja California Sur siete. Por otra parte, con excepción de Tlaxcala, los contingentes florísticos compartidos con los estados del Eje Neovolcánico son también importantes: Distrito Federal 58, México 66, Morelos 61, Jalisco 105, Michoacán 99 y Tlaxcala 11. Obviamente, los

números se incrementan significativamente si se incorporan los datos de las especies conocidas de las altas elevaciones. A pesar de que existe un claro desconocimiento de la flora de musgos de algunos estados del interior, los datos indican que la flora de musgos de las partes bajas del estado de Veracruz no sigue una distribución al azar; el número de especies comunes con los estados del interior es claramente inferior: Aguascalientes uno, Guanajuato uno, Querétaro 22, Zacatecas nueve, Durango 51, Chihuahua 40 y Coahuila 22. En este último grupo, las especies tienen una distribución amplia en México o en el continente, principalmente.

COMENTARIOS FINALES

Considerando la exposición anterior, se puede concluir que los datos de la distribución de musgos en el plano costero del Golfo en Veracruz no se oponen a la hipótesis de la presencia de un corredor florístico en esta parte del territorio nacional. A diferencia de lo que ocurre en situaciones claramente continentales, en el plano costero no existen barreras físicas importantes que restrinjan el intercambio florístico en dirección norte-sur y viceversa. Sin embargo, hacia el sureste las características ecológicas y climáticas regionales parecen haber impedido un mayor intercambio florístico con el estado de Veracruz, aunque es probable que en el pasado éste haya sido mayor, como lo sugieren las similitudes florísticas con las islas del Caribe. Hacia el norte, el número de especies que se comparten con los estados del Golfo de México sugieren una mayor movilidad de la flora en esa dirección, pero no puede concluirse que la similitud florística con esos estados es debida a un solo evento. Es probable que la expansión de áreas de distribución en la zona de la Florida haya afectado a otras regiones de esta cuenca.

Idealmente, para proporcionar otros elementos de apoyo a las hipótesis propuestas se deben realizar estudios complementarios. En el caso del Corredor Florístico del Golfo, es deseable la exploración adicional para incorporar otros puntos de distribución de especies en localidades críticas y en los tipos de vegetación principales del estado de Veracruz y los estados de la cuenca del Golfo de México. En la sección de diversidad se aludió a las actividades agrícolas y ganaderas y al crecimiento de los centros de población como los agentes que han deteriorado el ambiente y que han mermado la flora y la vegetación del estado. Los musgos y otras briofitas desaparecen al modificarse sus microambientes. Además de las consecuencias negativas sobre la vida de las plantas vasculares, la fragmentación de bosques y selvas produce efectos de orilla que son incompati-

bles con la vida de los musgos. La mayor insolación y desecación de los sustratos, la competencia con musgos xerófilos, la invasión de especies oportunistas y la eliminación de las especies con requerimientos estrictos, conducen a la pérdida de su diversidad y a otros efectos nocivos que enmascaran su significado biogeográfico.

AGRADECIMIENTOS. A María de los Ángeles Cárdenas S. por el apoyo en el manejo de información de herbario.

LITERATURA CITADA

- CONTRERAS M., S.A., 1986, *Musgos de seis bosques tropicales de Quercus del centro de Veracruz*, tesis profesional, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 79 pp.
- DE LUNA G., E., 1985, Afinidades fitogeográficas de los musgos de los extremos del Eje Neovolcánico, México, *Biótica* 10: 235-255.
- , 1988, Los musgos del volcán Cofre de Perote (México), *Biótica* 13: 103-119.
- DELGADILLO M., C., 1976, Estudio botánico y ecológico de la región del Río Uxpanapa, Veracruz, núm. 3. Los Musgos, Publicación del Instituto de Investigaciones de Recursos Bióticos, *Biótica* 1(2): 19-28.
- , 1984, Mosses of the Yucatan Peninsula, Mexico III Phytogeography, *Bryologist* 87: 12-16.
- , 1985, The Neovolcanic Belt of Mexico as a barrier and route of migration for mosses, *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* 11: 41-44.
- , 1987, Moss distribution and the phytogeographical significance of the Neovolcanic Belt of Mexico, *Journal of Biogeography* 14: 69-78.
- , 1988, Floristic corridors for moss distribution across the Neovolcanic Belt of Mexico. I. The Tuxpan corridor, *Journal of Bryology* 15: 165-175.

- , 1992, Floristic corridors for moss distribution across the Neovolcanic Belt of Mexico. II. The cleistocarpic species, *Journal of Bryology* 17: 313-316.
- , 1998. Floristic corridors for moss distribution across the Neovolcanic Belt of Mexico. III. The Michoacán corridors, *Journal of Bryology* 20: 27-39.
- FRAHM, J.P., 1997, Taxonomy. I. Systematics of the bryophytes, *Progress in Botany* 58: 455-469.
- FRAHM, J.P. y W.D. Reese, 1998, *Calymperes palisotii* (Musci; Calymperaceae) found in Dominican amber, *Bryologist* 101: 131-132.
- HEDENÄS, L., 2003, Amblystegiaceae (Musci), *Flora Neotropica Monography*. 89: 1-108.
- JANSSENS, J.A., D.G. Horton y J.F. Basinger, 1979, *Aulacomnium heterostichoides* sp. nov., an Eocene moss from south central British Columbia, *Canadian Journal of Botany*. 57: 2150-2161.
- JUÁREZ G., L.G., 1983, Los musgos de Coatepec, Veracruz, México, *Biótica* 8: 49-58.
- MÜLLER, C., 1848-1851, *Synopsis muscorum frondosorum omnium hucusque cognitorum. Sumptibus Alb. Foerstner, Berolini*, 2 vols.
- PENNINGTON, T.D. y J. Sarukhán, 1968, *Árboles tropicales de México*, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, México, 413 pp.
- PURSELL, R.A. y W.D. Reese, 1970, Phytogeographical affinities of the mosses of the Gulf Coastal Plain of the United States and Mexico, *Journal of the Hattori Botani Laboratory* 33: 115-152.
- RAO, P., 2001, Taxonomic studies on *Cryphaea* (Cryphaeaceae, Bryopsida). 3. Revision of European, African, Australian and Oceanian, and American species, *Bryobrothera* 7: 37-111.
- RZEDOWSKI, J., 1978, *Vegetación de México*, Limusa, México, 432 pp.
- SHARP, A.J., H.A. Crum y P.M. Eckel (eds.), 1994, The moss flora of Mexico, *Memoirs of the New York Botanical Garden* 69: 1-1113.

Helechos y licopodios



Daniel Tejero-Díez
Alin Torres-Díaz
John Mickel
Klaus Mehltreter
Thorsten Krömer

INTRODUCCIÓN

Los licopodios y helechos son parte de las plantas verdes continentales con embrión (PLANTAE); se distinguen por su ciclo de vida, compuesto de dos fases (plantas) pluricelulares, cada una con independencia ecológica y diferente morfología, número cromosómico y función reproductora (Moran, 2004). Aunque licopodios y helechos comparten este ciclo biológico y la presencia de tejidos vasculares en la fase esporófito (fase que comúnmente observamos o conocemos como helecho, el cual produce esporas para su multiplicación), ambos grupos son líneas evolutivas divergentes (Pryer *et al.*, 2001); por lo anterior, en este trabajo se les denomina como pteridobiontes (pteris= helecho + bionte= entidad de vida: organismos con ciclo de vida diplobionte). Los helechos y licopodios son parte importante del dosel arbóreo y del sotobosque, principalmente en la zona montañosa húmeda, donde tienen un papel sobresaliente en el balance hídrico (Ambrose, 2004). En la mayoría de las

comunidades vegetales son un componente de la estructura, por lo que conocer la diversidad, distribución y dinámica de sus poblaciones es fundamental para entender los procesos de sucesión y restauración (Hill y Silander Jr., 2001; Paciencia y Prado, 2005). Son considerados buenos indicadores de los cambios ambientales en los bosques por su sensibilidad (sobre todo en la planta gametófito, donde se lleva a cabo la reproducción sexual) a los parámetros microclimáticos y edáficos (Page, 1979b).

En adición a los servicios ambientales que representan en sus hábitats, el ser humano le ha dado usos a algunas especies como plantas medicinales, ceremoniales, de ornato, elaboración de artesanías, como sustrato, etc. (Lira y Riba, 1993; Fernández y Ramos, 2001; Pérez-García *et al.*, 1995; Navarro y Avendaño, 2007; Tejero-Díez, 2007).

Se reconocen entre 9 700 a 10 200 especies pteridobiontes en el mundo (Flora of North America, Editorial Committee, 1993). El 75 % de las especies se distribuye en las montañas tropicales de dos gran-

des regiones; una en América entre el sureste de México, Las Antillas, Centroamérica y Los Andes de Venezuela a Bolivia y otro en el Viejo Mundo, en el Sureste de Asia y Malasia. Las zonas templadas de ambos hemisferios y África tienen relativamente pocas especies (Tryon, 1986). México posee 1 010 especies de pteridobiontes (Mickel y Smith, 2004) y aproximadamente 1 200 si se considera a las provincias fitogeográficas que traspasan las fronteras políticas (Megaméxico 3, según Rzedowski 1991a) las cuales incluyen las zonas áridas del sur de los EUA (parte de Arizona y Texas) hasta los bosques estacionales en el norte de Nicaragua.

LA PTERIDOFLORA EN VERACRUZ

En Veracruz, con base en la obra de Mickel y Smith (2004), nuevas especies recién descritas (Rojas-Alvarado, 2003; Krömer *et al.*, 2007) y una revisión puntual en los herbarios MEXU, NY, UAMIZ y XAL para confirmar la correcta determinación y presencia de ciertas especies mencionadas en trabajos taxonómicos anteriores (Gregory y Riba, 1979; Riba, 1981; Palacios-Rios y Riba, 1983; Palacios-Rios, 1987a, b; Palacios-Rios, 1990a, b; Pacheco y Riba, 1991; Palacios-Rios, 1992b), existen 562 taxa (557 especies, tres variedades y dos híbridos; híbridos dudosos no fueron incluidos) (apéndice VIII.6), que corresponden al 55.5 % de las especies pteridobiontes de México. Si se acepta que Veracruz contiene 7 490 especies de fanerógamas (Sosa y Gómez-Pompa, 1994), entonces los pteridobiontes representan el 6.9 % de la flora de plantas vasculares en esta entidad.

Los 562 taxa registrados (cuadro 1) se agrupan en 107 géneros y 33 familias. El 59 % de las especies pertenecen a 14 géneros con más de 9 especies. De estos géneros, los más representativos (con 5 % o más de las especies) son: *Asplenium* (8 %), *Thelypteris* (8 %), *Selaginella* (6 %), *Elaphoglossum* (5 %) y *Polypodium* (5 %). Si estas cifras se comparan con las citadas para México (figura 1) y con las de otras

pteridofloras (Knobloch y Correll, 1962; Díaz-Barriga y Palacios-Rios, 1992; Mickel, 1992; Riba *et al.*, 1996; Lorea-Hernández y Velázquez-Montes, 1998 y Tejero-Díez, 2007) se pueden observar diferencias en la posición relativa entre los géneros y la presencia o ausencia de éstos, lo cual permite hacer algunas inferencias ecológicas. En primer lugar, tanto el número de los géneros más grandes, como el número de especies en cada género es elevado en Veracruz, mientras que en el resto de los estados desciende con respecto a la latitud y estacionalidad climática que presentan. Tal hecho está correlacionado con el clima marcadamente húmedo de buena parte del territorio de Veracruz y la casi ausencia de zonas semiáridas a áridas (de acuerdo a conceptos y mapas de García, 2004). El orden en que se encuentran los géneros mejor representados, aunado a su afinidad ecológico-climática pone de manifiesto la representatividad de las zonas bioclimáticas del estado (correlación entre distribución de vegetación y temperatura de acuerdo a Gómez-Pompa, 1978) propicias para el establecimiento de estas plantas; así, *Thelypteris* y una parte de *Selaginella* (las heterófilas no rosetadas) contienen especies con afinidad al clima cálido a semicálido húmedo, con preferencias a sitios perturbados tanto ruderales como riparios, zona ecológica común en Veracruz ubicada en la zona de baja (menores a los 700 msnm) y media montaña (entre 700 y 1 600 msnm). Por otra parte, especies de géneros como *Asplenium* y *Polypodium* (así como la mayoría de los géneros con menos de 5 % de especies) tienen afinidad más o menos marcada por los climas semicálidos y templados húmedos de media montaña. Las especies de *Elaphoglossum* se ven favorecidas por sitios más frescos y húmedos de alta montaña (arriba de los 1 600 msnm). En Veracruz, géneros como *Cheilanthes*, *Notholaena*, *Pellaea* y otros propios de las zonas subhúmeda (cálida y templada) y semiárida de México, están pobremente representados (de acuerdo a Tejero-Díez 1998, *Cheilanthes* aparece en el primer lugar en regiones como el Estado de México, Chihuahua o Nueva Galicia).

CUADRO 1. Datos de la pteridoflora de México (Mickel y Smith, 2004) que muestra las diferencias de géneros y especies con respecto a la de Veracruz (Smith *et al.*, 2006).

TAXA SUPERIORES	GÉNEROS EN MÉXICO	ESPECIES MÉXICO	GÉNEROS VERACRUZ	ESPECIES VERACRUZ
LYCOPODIOPHYTA				
LYCOPODIALES				
Lycopodiaceae	3	20	3	12
SELAGINELLALES				
Selaginellaceae	1	80	1	33
ISOETALES				
Isoetaceae	1	6	0	0
POLYPODIOPHYTA				
OPHIOGLOSSALES				
Ophioglossaceae	2	14	2	6
Psilotaceae	1	2	1	2
MARATTIALES				
Marattiaceae	2	6	2	5
EQUISETALES				
Equisetaceae	1	3	1	2+2
OSMUNDALES				
Osmundaceae	1	2	1	2
HYMENOPHYLLALES				
Hymenophyllaceae	2	48	2	34
GLEICHENIALES				
Gleicheniaceae	4	7	4	7
SCHIZAEALES				
Anemiaceae	1	20	1	10
Lygodiaceae	1	3	1	3
Schizaeaceae	2	3	1	1
CYATHEALES				
Cibotaceae	1	2	1	1
Culcitaceae	1	1	0	0
Plagiogyriaceae	1	1	1	1
Metaxyaceae	1	1	0	0
Cyatheaceae	3	14	3	13
Dicksoniaceae	2	2	2	2
SALVINIALES				
Marsileaceae	2	8	1	4
Salviniaceae	2	4	2	3
POLYPODIALES				
Lindsaeaceae	4	9	3	6
Saccolomataceae	1	2	1	2
Lomariopsidaceae	3	12	3	11
Dennstaedtiaceae	4	22	4	12
Pteridaceae	30	218	24	99
Aspleniaceae	4	89	4	47
Tectariaceae	1	7	1	5
Thelypteridaceae	2	71	2	46
Woodsiaceae	5	42	5	23
Onocleaceae	1	1	0	0
Blechnaceae	2	19	2	14
Dryopteridaceae	14	141	13	75
Oleandraceae	1	1	1	1
Polypodiaceae	17	129	14	78
TOTALES	124	1 010	107	562

RIQUEZA PTERIDOFLORÍSTICA

Aplicando el índice de biodiversidad taxonómica (IB), definido por el número de especies dividido entre el logaritmo natural del área en km² (Squeo *et al.*, 1998; Ponce *et al.*, 2002), la pteridoflora de Veracruz presenta un IB de 50.3 especies por km²: ocupa el tercer lugar entre los estados mexicanos, sólo superado por Oaxaca y Chiapas (cuadro 2).

Esta diferencia se debe a que los dos últimos estados tienen vertientes montañosas que miran a ambos océanos, lo que les da mayor posibilidad de variación ambiental. Sin embargo, hay que considerar que el IB expuesto debe ser un poco más alto dado que probablemente los 562 taxa mencionados sólo equivalen al 90 % de la pteridoflora estatal. Algunos estudios de áreas importantes (Gómez-Pompa, 1966; Ramos Álvarez y González Medrano, 1972 y Hietz y Hietz-Seifert, 1994), no consideraron a los licopodios y helechos y aún falta exploración botánica regional; como ejemplo, se puede observar que en la región de Los Tuxtlas, donde ya existían trabajos florísticos (Lira y Riba, 1984; Ibarra-Manríquez y Sinaca Colín, 1999; Riba y Pérez-García, 1997), Krömer *et al.* (2007) describieron una especie y reportaron tres nuevos registros de helechos.

DISTRIBUCIÓN DE LOS PTERIDOBIONTES EN LOS DIFERENTES TIPOS DE VEGETACIÓN

A partir de la localización política, geográfica y de hábitat de los licopodios y helechos reportada en las obras de Orozco y Lot-Helgueras (1976), Riba y Pérez-García (1979), Ortega (1981), Vargas Ajuria (1982), Lira y Riba (1984), Narave (1985), Gutiérrez y Zolá (1987), Zolá (1987), Castillo-Campos (1991), Lot-Helgueras (1991), Palacios-Rios (1992a), Riba y Pérez-García (1997), Zamora y Castillo-Campos (1997), Ibarra-Manríquez y Sinaca Colín (1999), Vázquez Torres (2005) y

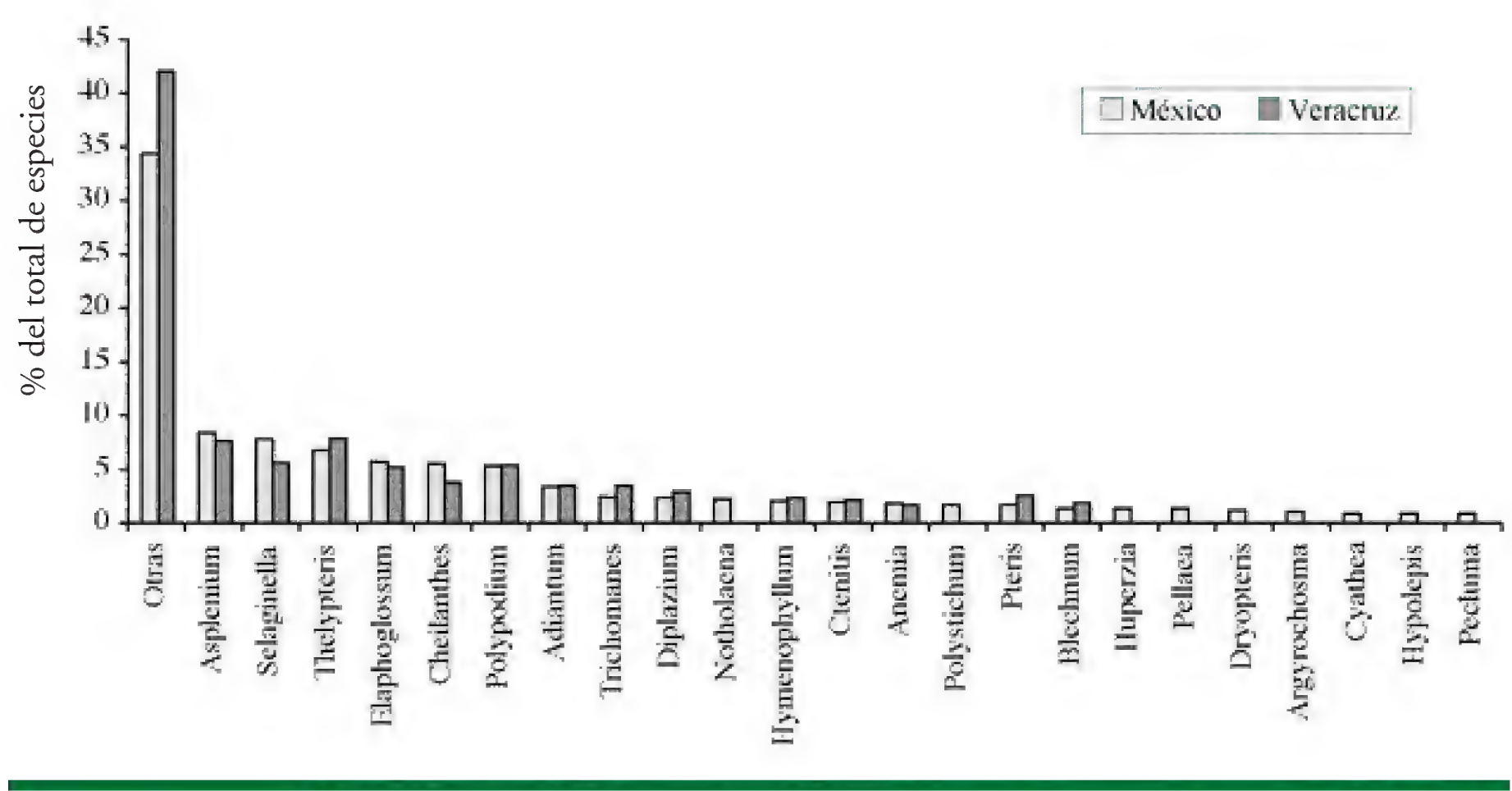


FIGURA 1. Representatividad de los géneros con 10 o más especies en Veracruz y México.

CUADRO 2. Riqueza de la pteridoflora en diferentes regiones de Norteamérica, México y El Salvador, expresado como número de especies y por el índice de biodiversidad taxonómica IB

TERRITORIOS (DE NORTE A SUR).	ÁREA (km²)	NÚMERO TAXA	IB	REFERENCIA
Norte América al norte de México	2 150 000	441	26.1	FNA Ed. Comm., 1993
Baja California	143 000	71	6.0	Wiggins, 1980
Chihuahua	245 000	126	10.2	Knoblok y Correll, 1962
Nuevo León	64 210	99	9.0	Aguirre y Arreguín, 1988
Nueva Galicia	125 000	281	24.0	Mickel, 1992
Guanajuato	38 768	70	6.6	Díaz y Palacios Rios,1992
Michoacán	58 200	214	19.5	Díaz y Palacios Rios,1992
Querétaro	11 978	175	18.6	Arreguín <i>et al.</i> , 2001
Veracruz	71 735	561	50.2	Presente trabajo
Edo. de México	21 196	253	25.1	Tejero-Díez, 2007
Morelos	4 968	173	20.3	Riba <i>et al.</i> , 1996
Guerrero	64 586	373	33.7	Velázquez y Lorea, 1988
Oaxaca	93 136	626	54.7	Tejero-Díez y Mickel, 2004
Chiapas	74 211	609	54.3	Smith, 1981
El Salvador	21 000	395	39.7	Monterrosa S., 2008

Carreño Rocabado (2006), se realizó un análisis preliminar de la distribución de estas plantas en los diferentes tipos de vegetación (según criterio de Rzedowski, 1978) (figura 2), considerando además la forma de vida de Raunkiaer (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974).

a) El bosque mesófilo de montaña (bosques caducifolios según Gómez-Pompa, 1978) alberga 369 especies de los pteridobiontes de Veracruz. Esta magnitud, semejante al de otras localidades con igual tipo de vegetación en México (Riba 1993; Tejero-Díez y Mickel, 2004; Tejero-Díez 2007), es notable si además consideramos que la comunidad vegetal apenas rebasa el 9 % del territorio de Veracruz y se encuentra sumamente fraccionada y degradada debido a cultivos de café y a la práctica ganadera (Carreño Rocabado, 2006). En este tipo de vegetación habita la mayor cantidad de especies epífitas, generalmente de los géneros *Asplenium*, *Elaphoglossum*, *Huperzia*, *Hymenophyllum*, *Pecluma*, *Pleopeltis* y *Polypodium*. Por otra parte, en el sotobosque destacan especies arborescentes de la familia Cyatheaceae (fanerófitos) de hojas perennes o caducas (Mehlreter y García Franco 2008) de gran lon-

gitud, que forman en ocasiones, bosquecillos en las cañadas más húmedas (Gómez-Pompa 1966). Son comunes a nivel del suelo especies de tallo corto, corpulento (caméfitos como: *Blechnum*, *Ctenitis*, *Diplazium*, *Dryopteris* y *Polystichum*), y con rizoma corto semienterrado (hemicriptófitos como *Adiantum*, *Asplenium* y *Thelypteris*).

b) En el bosque tropical perennifolio y subperennifolio (selvas altas y medianas según Gómez-Pompa, 1978) se presenta el segundo contingente más diverso de pteridobiontes (296 spp.), la mayor parte de los cuales se comparten con el bosque mesófilo de montaña con el cual existe una transición continua (ecotono) basado en un gradiente altitudinal (la diversidad y abundancia de pteridobiontes disminuye drásticamente a menor altitud). En este tipo de vegetación son pocas las epífitas, pero se encuentran especies de los géneros *Campyloneuron*, *Polypodium* y *Serpocaulon* (figura 3) (Polypodiaceae), además de *Trichomanes* y *Lomariopsis*, esta última una pseudo-liana escaladora (hemiepífitas). El sotobosque no es tan rico en especies como el bosque mesófilo de montaña, pero se encuentran algunas de gran porte (caméfitos caulescentes y fanerófitos escaposos) y hojas grandes; al lado

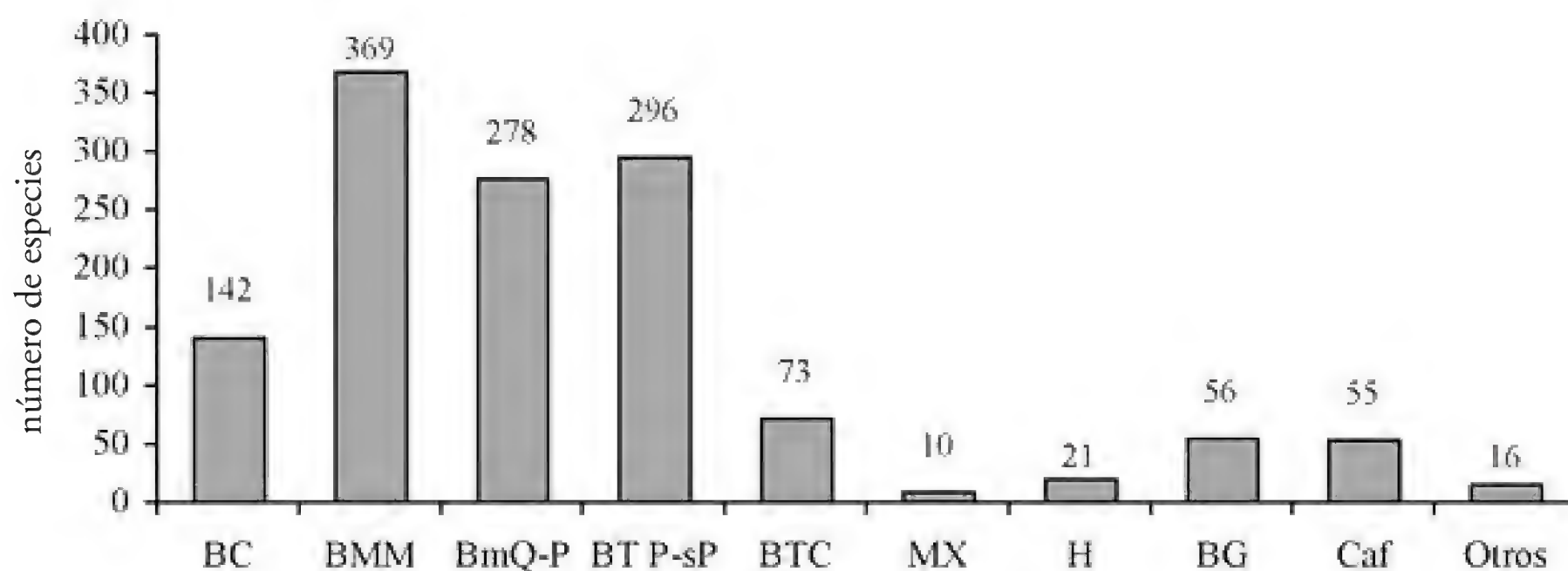


FIGURA 2. Número de pteridobiontes del estado de Veracruz de acuerdo a los tipos de vegetación. BC = Bosque coníferas; BMM = Bosque mesófilo de montaña, BmQ-P = Bosque mixto encino pino, BT P-sP = Bosque tropical perennifolio y subperennifolio, BTC = Bosque tropical caducifolio, MX = Matorral xerófilo, H = Hidrófilo; BG = Bosque de galería; Caf = Cafetales y Otros.

de los arroyos dominan especies de *Dennstaedtia* y del género *Pteris* y *Cyathea* (figura 4) en sitios umbrófilos. Géneros con especies de menor tamaño (hemicriptófitos) y con un buen número de representantes en el sotobosque son: *Anemia*, *Adiantum*, *Bolbitis*, *Danaea*, *Lindsaea*, *Tectaria* y *Thelypteris*. En los sitios abiertos se encuentran bien representados especies de licopodios y selaginelas con propagación vegetativa, los cuales conviven con especies de *Pityrogramma* y *Sticherus*. *Lygodium*, un helecho de hoja trepadora, puede tener altos índices de importancia.



FIGURA 3. *Serpocaulon triseriale* en la base de troncos de *Platanus* en Río Blanco. Es una especie protegida por la NOM-059, de amplia distribución en bosque tropical perennifolio e incluso favorecida cuando se utilizan cercas vivas en los límites de las propiedades (Foto: Fco. López Martínez. noviembre de 2007. Río Blanco ca. de Orizaba).



FIGURA 4. Helecho arborescente (*Cyathea* sp.) en bordes del bosque tropical perennifolio en la cuenca alta del río Uxpanapa. Las especies de este orden taxonómico se encuentran protegidas por la NOM-059 (Foto: Francisco López Martínez. Noviembre 2007. Ca. Playa Vicente).

c) En los bosque mixtos de *Quercus* con *Pinus* (encino-pino) y/o latifoliados (bosques de hoja ancha según Gómez-Pompa, 1978) de afinidad mesófila, se encuentra el tercer grupo más grande de especies de helechos (278 spp.). Al igual que en el caso anterior, la mayor parte de las especies se comparte por transición continua con las del bosque mesófilo de montaña. Muchos de los árboles de esta vegetación son excelentes forófitos para los pteridobiontes y albergan algunas especies epífitas, generalmente de los géneros de *Huperzia*, *Pleopeltis*, *Polypodium* y *Terpsichore*. La marcada estacionalidad climática de esta comunidad vegetal limita y selecciona a los helechos del sotobosque, los cuales tienen un porte herbáceo, como son los hemicriptófitos y criptófitos con hojas perennes o caducas, pertenecientes a los géneros: *Adiantum*, *Asplenium*, *Astrolepis*, *Botrychium*, *Cheilanthes*, *Dryopteris*, *Elaphoglossum* y *Pellaea*. En este ambiente, *Pteridium* puede volverse una maleza en sitios perturbados (figura 5).

d) En el bosque de coníferas (bosques de aciculifolios y escuamifolios según Gómez-Pompa, 1978) los pteridobiontes están relativamente bien representados (142 spp.), pero su diversidad y abundancia disminuyen a mayor altitud. En este tipo de bosques, las condi-



FIGURA 5. *Pteridium aquilinum* en áreas taladas (y sometidas con fuego) en la sierra de Zongolica (Foto: Francisco López Martínez, noviembre 2007. Entre Orizaba y Zongolica).

ciones templadas y la sequía estacional limitan el crecimiento de helechos en el sotobosque y la repulsión de las coníferas a las epífitas limita esta forma biológica. Por lo tanto, la pteridoflora se reparte según el piso altitudinal y crece principalmente en sitios húmedos de cañadas y arroyos, roqueríos de distinta índole y viarías en taludes de tierra. La mayor cantidad de especies provienen de las áreas de transición con el bosque mesófilo de montaña o los bosques mixtos. Aquí, las formas biológicas dominantes son las hemicriptófitas y criptófitas representadas por especies como *Adiantum andicola*, *Asplenium castaneum*, *A. monanthes*, *Cheilanthes bonariensis*, *C. kaulfussii*, *C. microphylla*, *C. pyramidalis*, *Cystopteris fragilis*, *Dryopteris cinnamomea*, *D. pseudofilix-mas* (helecho macho), *Elaphoglossum* spp., *Mildella intramarginalis*, *Phanerophlebia remotispora*, *Pleopeltis polylepis*, *Polypodium hartwegianum*, *P. martensii*, *P. plesiosorum*, *P. subpetiolatum*, *Pteridium aquilinum* (Pesma), *Thelypteris pilosula* y *Woodwardia spinulosa*.

e) El resto de los tipos de vegetación terrestre tienen pocos pteridobiontes. El bosque tropical caducifolio y subcaducifolio (selva baja caducifolia y subcaducifolia), ya escasamente representada en Veracruz, presenta 73 especies. Muy pocas son epí-

fitas tales como *Microgramma nitida* y *Phlebodium decumanum* y la mayoría hemicriptófitas (rupícolas y terrestres) y caméfitos estoloníferos como: *Adiantopsis radiata*, *Adiantum braunii*, *A. concinnum*, *A. petiolatum*, *A. pulverulentum*, *A. trapeziforme*, *Anemia* spp., *Asplenium pumilum*, *Blechnum occidentale*, *Bolbitis portoricensis*, *Cheilanthes skinneri*, *Cheiloplecton rigidum*, *Hemionitis palmata*, *Lygodium heterodoxum*, *L. venustum*, *Pityrogramma trifoliata*, *Thelypteris* spp. y *Selaginella* spp. Los bosques de galería representados por *Platanus*, *Taxodium*, *Salix* y/o *Ficus*, de altitudes medias y bajas, presentan 56 especies, la mayoría son procedentes del bosque de *Platanus* y suelen compartirse con las del bosque mesófilo de montaña. Los árboles de este tipo de vegetación son malos forófitos y, debido a las oscilaciones anuales en el nivel del agua, solamente sobreviven en el sotobosque especies de *Thelypteris*. El cafetal es un agroecosistema que conserva fundamentalmente las epífitas pertenecientes al bosque mesófilo de montaña y bosque tropical perennifolio, ambientes naturales sustituidos por este cultivo (Carreño-Rocabado, 2006; Mehlreter, 2008). Si bien, el matorral xerófilo ocupa una mínima porción en Veracruz, conserva una pteridoflora de 20-30 especies dada la heterogeneidad topo-edáfica existente en esta área. Aquí, los autores de este estudio han colectado a *Argyrochosma incana*, *Astrolepis integerrima*, *Cheilanthes* spp., *Selaginella pallescens*, *S. peruviana* y *S. rupicola*.

f) Los humedales y el bosque tropical de inundación están ampliamente representados en la zona costera del estado de Veracruz y en lagos o lagunetas de la zona de montaña. Sus 21 especies de pteridobiontes son espectaculares tanto por sus explosiones invasivas como por su rara forma biológica entre los helechos. Destacan en la zona costera *Acrostichum aureum* y *A. danaeifolium* que son hidrófitos caulescentes que crecen en el área pantanosa externa de manglares y en bordos ruderales (Mehlreter y Palacios-Rios, 2003). *Azolla microphylla* y *Salvinia auriculata* son hidrófitos flotadores estoloníferos que

invaden y tapizan por completo reservorios de agua cerca de zonas habitadas y de sistemas agrícolas. *Marsilea* spp. son anfibias rizomatosas de hoja flotante que medran en charcas poco profundas. Los pantanos de los deltas de los ríos Pánuco y Papaloapan combinan una vegetación hidrófila con bosque tropical de inundación y palmares; en estos últimos hábitats se pueden observar especies peculiares como *Lygodium venustum* hemicriptófito con hojas

escandentes (Mehltreter, 2006) y *Phlebodium decumanum* y *Microgramma nitida* como epífitos. Por otra parte *Blechnum serrulatum*, *Pityrogramma trifoliata* y *Thelypteris interrupta* se hallan en sitios encharcados cercanos a ríos en la zona cálido-subhúmeda. Finalmente, existen algunas lagunetas de clima templado que soportan helechales de *Osmunda regalis*, el cual presenta un elevado índice de importancia en la parte pantanosa.

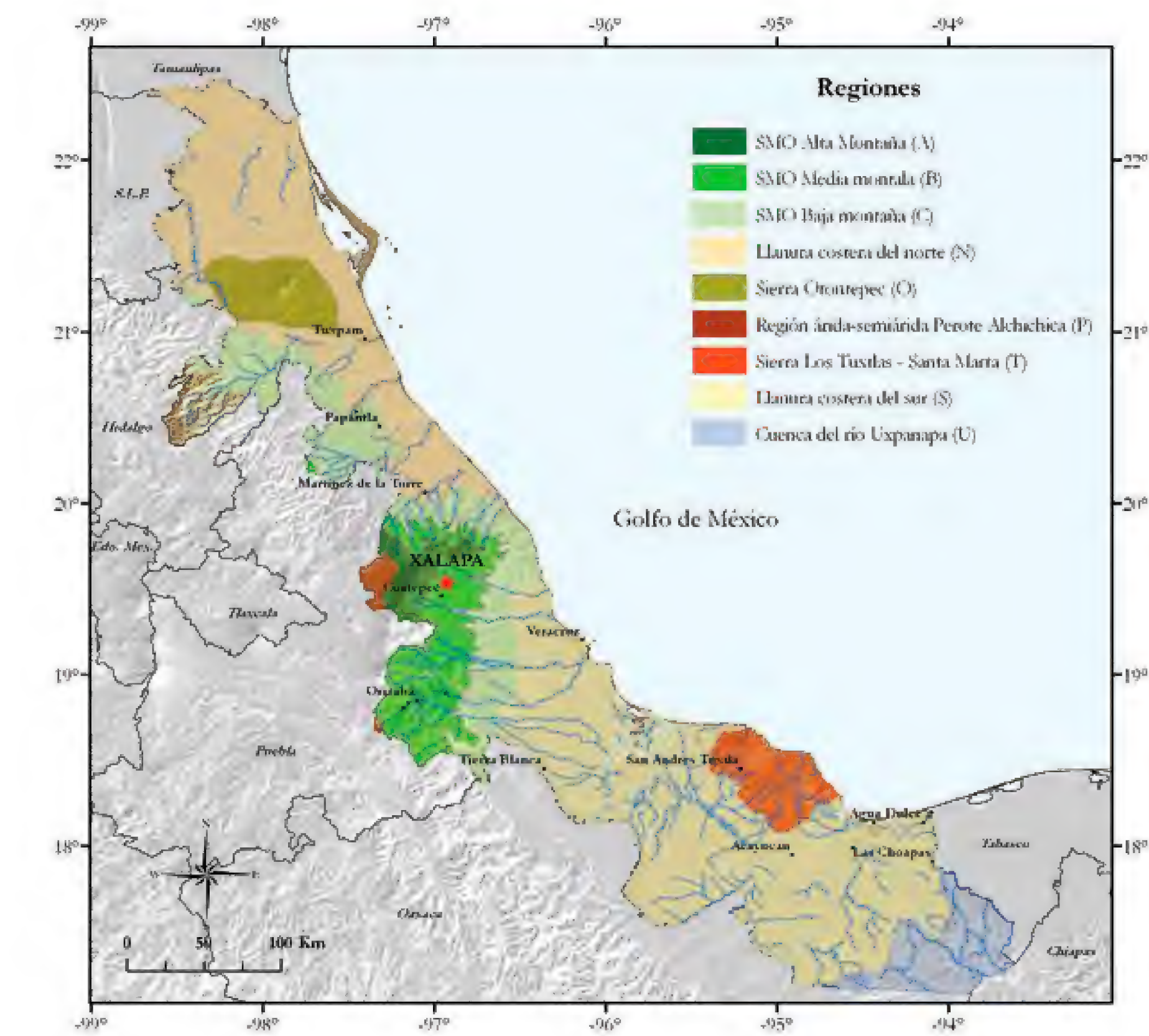


FIGURA 6. División del estado de Veracruz en regiones operativas seleccionadas con base al relieve, clima y vegetación.

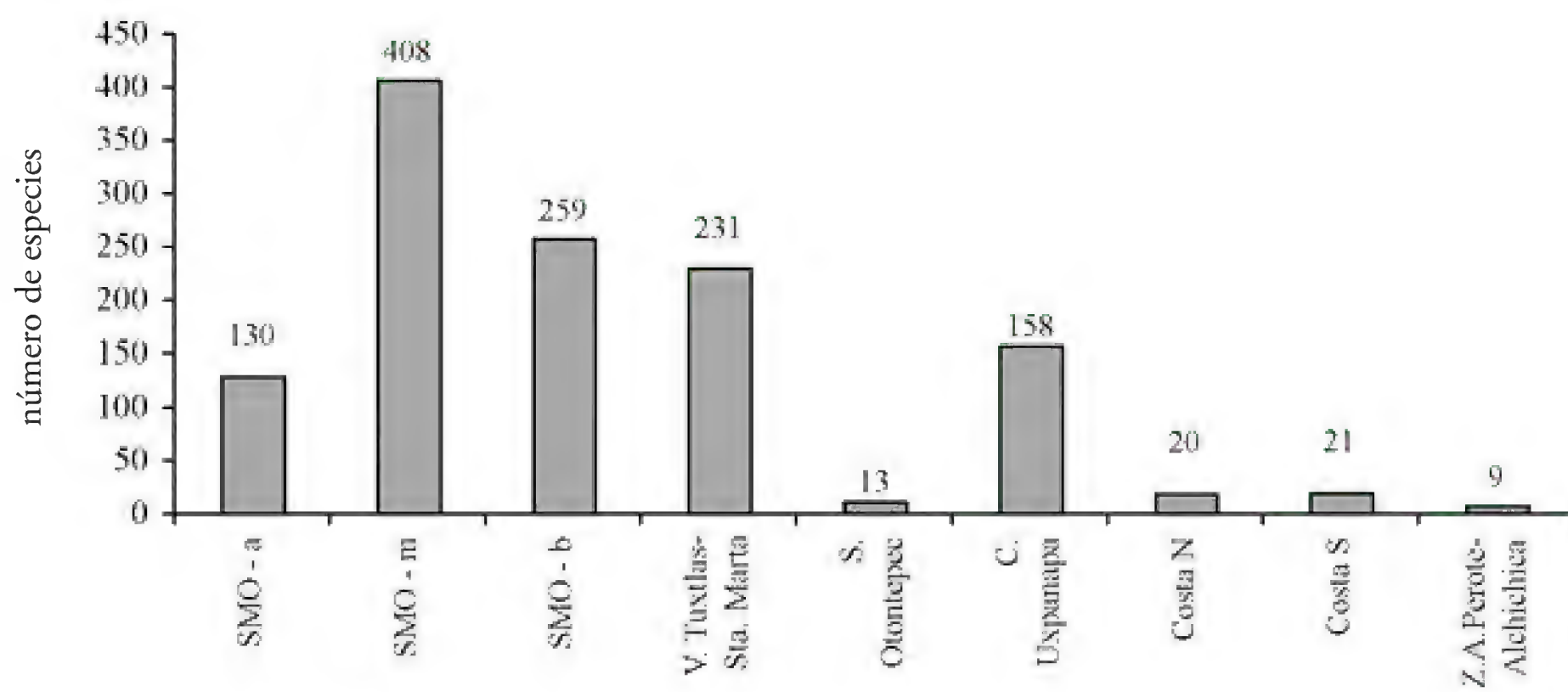


FIGURA 7. Distribución de la pteridoflora por región natural (SMO Sierra Madre Oriental). a= alta, m= media, b= baja.

En términos generales, los licopodios y helechos abundan en la orilla de los arroyos, ríos y cascadas, en las paredes de orientación norte de los cañones y cañadas y sólo ocasionalmente son dominantes en los diferentes tipos de vegetación.

Si se divide al estado de Veracruz en nueve regiones topográficas delimitadas por el clima y vegetación (apéndice VIII.6 y figuras 6 y 7), podemos indicar que la región montañosa (de la Sierra Madre Oriental + Eje Volcánico Transversal) es la más diversa con 61 % de las especies. En esta región, la franja topo-vegetacional entre los 700 y 1 600 msnm, de las sierras de Orizaba y de Teziutlán o Chiconquiaco y la región de Huayacocotla, con cobertura de bosques mesófilos y ecotonos con comunidades adyacentes, albergan el 31 % de la pteridoflora. Las zonas menores a los 700 msnm contienen el 20 % de las especies, mientras que las partes superiores a los 1 600 msnm presentan el 10 % de la pteridoflora. En la región montañosa de Los Tuxtlas, con los volcanes Santa Marta y San Martín, se halla el 17.5 % de las especies y en la cuenca del río Uxpanapa el 12 %. Las zonas costeras norte y

sur, las regiones cálido-subhúmedas (sierra de Otontepec), así como la zona árida y semiárida de Perote-Alchichica presentan un bajo porcentaje de pteridobiontes. En resumen, la diversidad de pteridobiontes en Veracruz, se concentra en una estrecha franja altitudinal en las montañas que tienen influencia de los vientos alisios provenientes del Golfo de México, fenómeno propio de México (Rzedowski, 1978; Riba, 1993; Toledo, 1994).

Aplicando la clasificación de formas de vida de Raunkiaer (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974) junto con los hábitos de Page (1979a), las tres formas biológicas de licopodios y helechos con mayor éxito ecológico en Veracruz son hemicriptófitos, epífitos y caméfitos. Lo anterior, es un indicativo de los grandes rasgos climáticos del estado (figura 8). La predominancia de plantas hemicriptófitas (37 %) sugiere un clima subhúmedo que evidentemente abarca las zonas bajas costeras y parte de la Sierra Madre Oriental; sin embargo, esta forma biológica es menos frecuente que en las sierras del interior del país (alrededor del 57 % según Tejero-Díez y Arreguín Sánchez, 2004). La presencia de un elevado

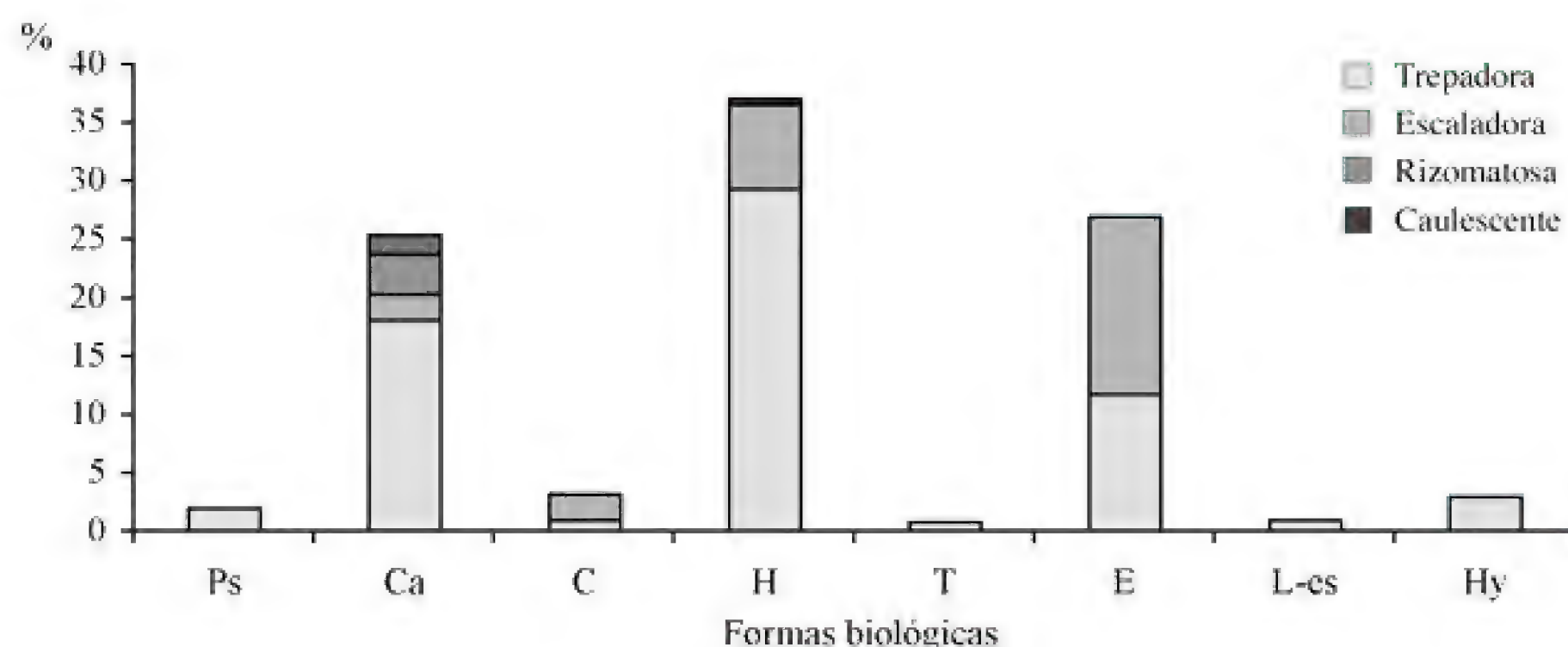


FIGURA 8. Espectro de formas biológicas de licopodios y helechos del estado de Veracruz. Acrónimos: E= Epífita, T = Teroftita, C= riptofita, H= Hemicriptófito, Ca= Caméfito, Ps= Fanerofito escaposo, L= Liana, es = Escaladora, Hy= Hidrofita, caul= Caulescente, riz= Rizomatosa, trep = Trepadora

número de especies epífitas (27 %), junto con la de caméfitos (25.5 %), demuestran la influencia del clima marcadamente húmedo (Page, 1979a), al menos de una fracción del territorio del estado que corresponde a la franja del bosque mesófilo de montaña (Rzedowski 1996). Este espectro de formas biológicas singulariza al estado con respecto a las regiones montañosas continentales u oceánicas de la cuenca del Pacífico del país, donde el epifitismo se encuentra entre el 5 al 15 % y los caméfitos no alcanzan el 5 % (Tejero-Díez, 1998).

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS PTERIDOBIONTES

La conservación de especies de la pteridoflora de Veracruz ha sido evaluada desde distintas perspectivas: empíricamente (Palacios-Ríos, 1992a), a partir de la distribución o conservación de endemismos (Castillo-Campos *et al.*, 2005) o por monitoreo de extinción de endémicos (Sosa *et al.*, 1998). De los helechos enlistados en el apéndice VIII.6,

24 se encuentran en la Norma Oficial Mexicana 059 (Semarnat, 2002) (figuras 3 y 4). Sin embargo, esta norma requiere ser actualizada, porque contiene especies sin necesidad de protección, *e.g.* *Selaginella porphyrospora* de amplia distribución y considerada ruderal y rupícola o *Nephrolepis cordifolia*, planta introducida, ornamental, que puede tener potencial de convertirse en plaga en ciertos ambientes según anotaciones en la etiqueta del ejemplar Acosta 42 en UAMIZ, pero no incluye muchas especies realmente amenazadas. Por ello, se elaboró un índice de estado de conservación y se evaluaron las especies de Veracruz para realizar una propuesta de reubicación de las especies identificadas como Sin problema (S), Vulnerables (V), Amenazadas (A) o en Peligro de Extinción (E). Este índice siguió en lo posible las sugerencias del anexo normativo 1 de la Norma Oficial Mexicana (Semarnat, 2002):

1) *La abundancia relativa* (figura 9): evaluada a partir de intervalos de frecuencia del conjunto de las referencias de colecta (a sabiendas del sesgo que

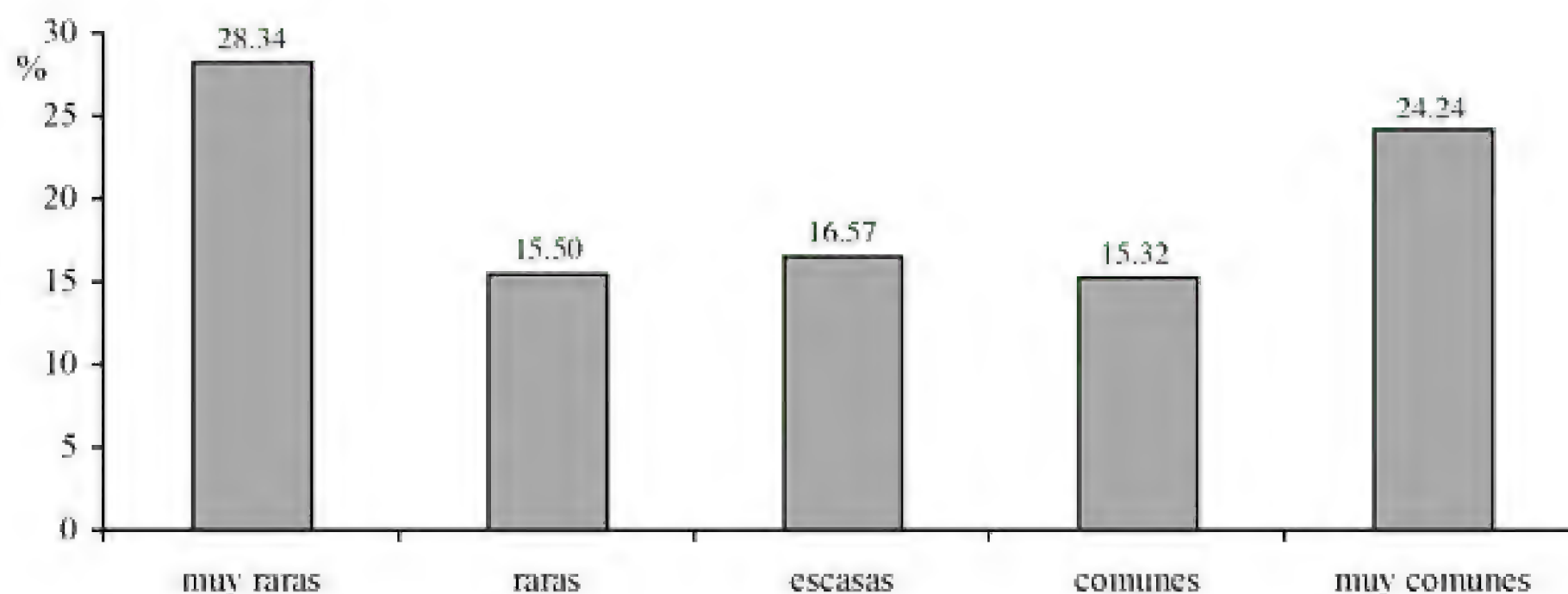


FIGURA 9. Abundancia relativa de especies con diferentes frecuencias de colecta.

estas pueden tener) que Palacios-Ríos (1992a) recopila para cada taxón. Se consideraron 5 intervalos subjetivos con los siguientes valores: *a*) 1 a 3 colectas= 5; *b*) 4 a 6 colectas= 4; *c*) 7-10 colectas= 3; *d*) 11 a 15 colectas= 2; *e*) 16 o más colectas= 1.

2) *Distribución por regiones ambientales* (véase apéndice VIII.6): aunque no todas las regiones biológicas del estado de Veracruz han sido estudiadas botánicamente con igualdad de detalle, este apartado permite obtener valores de frecuencia. Con ello, se puede suponer que a mayor ocupación de regiones por parte de las especies, más generalistas serían éstas. Se consideraron intervalos estadísticos con los siguientes valores: *a*) 1 a 3 regiones= 3; *b*) 4 a 6 regiones= 2; *c*) 7 a 10 regiones= 1.

3) *Evaluación fitogeográfica* (figura 10). Según la distribución geográfica conocida de cada especie (Mickel y Smith, 2004), se consideraron los siguientes valores: *a*) Endémicas locales (o regionales de Veracruz)= 4; *b*) Endémicas restringidas a una parte de alguna de las provincias fitogeográficas ligada a Veracruz= 3; *c*) Plantas propias de mega-México 2 (ó 1) = 2, y *d*) Plantas de amplia distribución (mega-México 3 o más)= 1 (Rzedowski, 1991 a y b).

En total, seis especies (*Asplenium venturae*, *Cibotium schiedei*, *Selaginella orizabensis*, *Thelypteris lanosa*, *T. rachiflexuosa* y *T. tuxtensis*) son exclusivas de Veracruz, dos de ellas en la zona de Los Tuxtlas y el resto en la zona semicálida-cálida de la Sierra Madre Oriental. Estos resultados difieren de los 15 taxa reportados por Castillo-Campos *et al.* (2005), básicamente por errores nomenclaturales o por considerar híbridos. Este número de endémicos es inferior al de otras regiones del país como Oaxaca (Tejero y Mickel, 2004) o el noroccidente (Mickel, 1992) e indica que el estado no es un lugar significativo de origen de la pteridoflora. Sin embargo, 34 especies son restringidas a un área muy estrecha de alguna de las provincias florísticas mexicanas que incluye parte de Veracruz, como son: la región de la cuenca del río Uxpanapa (Veracruz, Oaxaca y Chiapas), un sitio de refugio cenozoico (Wendt, 1989) y, en segundo término, la zona correspondiente a la Sierra Madre Oriental.

4) *Vulnerabilidad biológica*: de acuerdo al potencial de sobrevivir mediante métodos vegetativos o no y al hábito epífita o terrestre/acuático (dado que el primero es mucho más exclusivo que los segundos) de cada especie, se consideraron tres estados

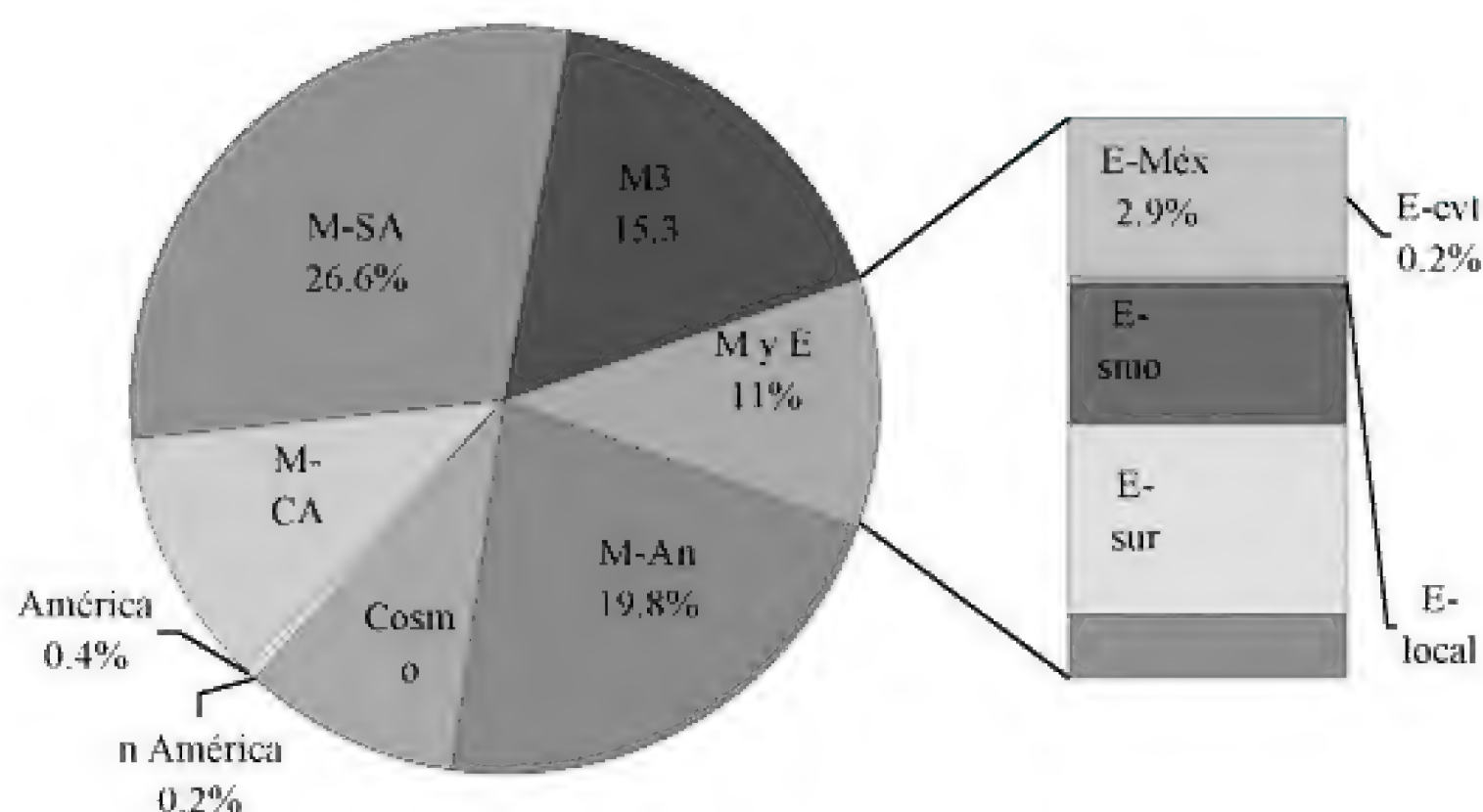


FIGURA 10. Proporción porcentual de las afinidades geográficas de las especies de licopodios y helechos de Veracruz. Cos= Cosmopolita, n= Norteamérica, M= México, M3= Megaméxico 3, An= Antillas, CA= Centroamérica, SA= Sudamérica, E= Endémico. (r= restringida, v= amplia distribución, pero en México solo en Veracruz, evt= Eje Volcánico Transversal, smo= Sierra Madre Oriental, sur= región Veracruz-Chiapas-Oaxaca, l= locales a Veracruz).

con los siguientes valores: *a*) epífitos sin multiplicación vegetativa= 3; *b*) epífitos rizomatosos o plantas terrestres (o acuáticas) sin multiplicación vegetativa= 2, y *c*) plantas terrestres o acuáticas con multiplicación vegetativa= 1 (ver apéndice VIII.6).

No se evaluó la presión que la modificación del medio ejerce sobre un taxa tal como el anexo normativo 1 de la NOM-059 (Semarnat, 2002) dicta, debido a la dificultad de sopesar esta variable en un estado donde la regla es el cambio de uso de suelo (Guzmán y Castillo-Campos, 1989).

La suma de los valores asignados a las anteriores cuatro categorías determina el estado de conservación de las especies en Veracruz, donde 4= sin problemas de sobrevivencia a 15= la máxima vulnerabilidad (apéndice VIII.6 y figura 11). El resultado aparece apabullante: el 87 % de las especies (489 de 562) pudieran estar en uno de los tres posibles estados de alerta. Ello debido a la sensibilidad ambiental de estos

organismos (Page, 1979b), que los hace exclusivos de distintos microhábitats. De éstas, 28 especies se encuentran en peligro de extinción. Una especie, *Alsophila salvinii*, coincide con la NOM-059. Además, *Asplenium venturae*, *Selaginella orizabensis* y *Thelypteris venturae*, podrían considerarse como extintas en el estado de Veracruz por no haberse colectado nuevamente en los últimos 50 años.

CONCLUSIONES

La pteridoflora de Veracruz consta de 562 taxa que lo convierte en el tercer estado con mayor riqueza de especies. Esta dotación de licopodios y helechos es debida al vasto gradiente altitudinal de la vertiente de barlovento de la Sierra Madre Oriental-Faja Transvolcánica, que va de los 5 000 msnm (Pico de Orizaba) hasta la zona costera, donde exis-

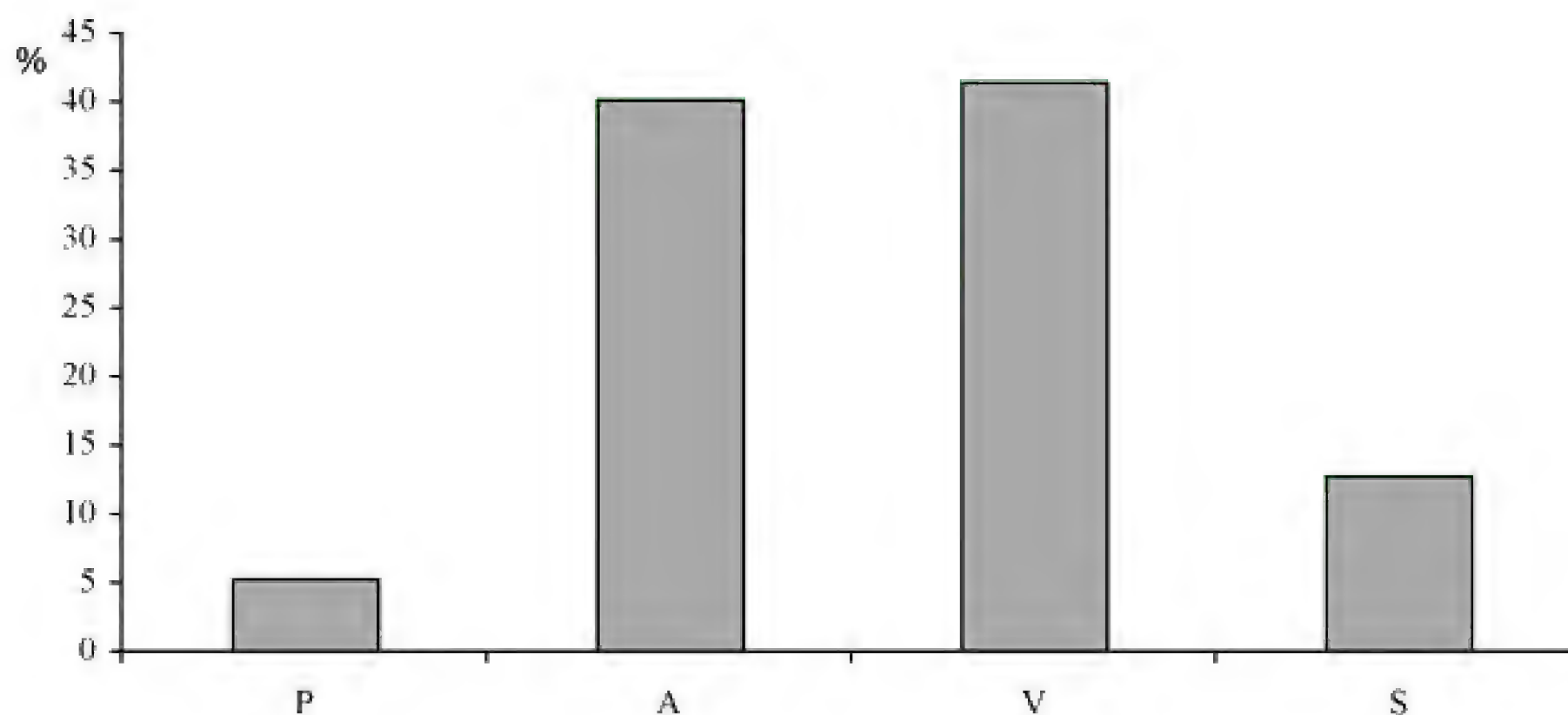


FIGURA 11. Porcentaje de especies en alguno de los estados de conservación de especies (P= peligro de extinción; A= amenazadas; V= vulnerables; S= sin problemas).

ten amplios deltas riparios. Es una región del país donde prácticamente se desarrollan todas las zonas ecológicas terrestres. La mayor cantidad de las especies (*ca.* 60 %) se encuentra en la franja húmeda de esta sierra, entre los 700 y 1 600 msnm, área que desgraciadamente tiene una alta densidad de población, la cual ejerce un impacto muy grande sobre los bosques húmedos. La especial sensibilidad de los pteridobiontes a los microambientes, permite explicar que aproximadamente el 87 % de las especies se encuentre potencialmente en alguna de las categorías de vulnerabilidad, con fatales consecuencias biológicas por el intenso cambio de uso de suelo en la entidad federativa. Las regiones clave para la conservación de los pteridobiontes son aquellas ubicadas en la franja media de la Sierra Madre Oriental con bosque mesófilo de montaña y las comunidades aledañas de bosque tropical perennifolio y bosque templado de latifolios (la cuenca del río Sedeño, la sierra de Chiconquiaco, la sierra de Zongolica, la región de Huatusco, el gradiente del Pico de Ori-

zaba y la región de Huayacocotla), los volcanes de Santa Marta y San Martín y la región de la cuenca del río Uxpanapa.

El estado de Veracruz tiene un largo historial de botánicos que han colectado helechos y licopodios (Palacios-Ríos, 1992a), sin embargo, estas colectas se han realizado generalmente en forma desorganizada y selectiva a ciertos grupos. Es evidente, después de una revisión bibliográfica, que son muy pocos trabajos regionales dedicados a este grupo de plantas; entre las regiones menos exploradas, se encuentran la zona montañosa del norte del estado (región de Huayacocotla), las regiones áridas y semiáridas y, las partes altas de las montañas, sobre todo en la sierra Tantima y Pico de Orizaba. De los numerosos municipios de la zona montañosa húmeda del centro de Veracruz, que son los que contienen la mayor diversidad de pteridobiontes, sólo Banderillas (Vázquez-Torres, 2005) ha sido estudiado con profundidad en la florística de este grupo de plantas.

A pesar de que los helechos y lycopodios son considerados excelentes indicadores ambientales, el entendimiento sobre la ecología y su respuesta a la conversión y pérdida de cobertura vegetal es muy limitada (Paciencia y Prado, 2005). Estudios realizados sobre la diversidad de helechos en hábitats conservados y secundarios, señalan que las especies características de los bosques disminuyen con relación al grado de perturbación de los mismos (Paciencia y Prado, 2004), incluso en aquellos sitios donde hay un manejo agroforestal (ya sea de goma, café o cacao bajo sombra) (Carreño Rocabado, 2006; Beukema y van-Noordwijk, 2004; Paciencia y Prado, 2005). Pocas especies de helechos soportan el cambio de uso de suelo de forestal a agropecuario o urbano, aspecto que en Veracruz es definitivamente una de las principales amenazas a este grupo de plantas; en ambientes afectados por una tala y transformación agronómica, con fuego de por medio, *Pteridium* suele favorecerse cuando el suelo es aún primario, pero éste puede ser eliminado con el uso reiterado de la tierra. En cambio, una maleza difícil de erradicar es *Salvinia*, que se favorece en los humedales donde se

descarga residuos nitrogenados y fosfatados producto de la actividad agronómica (figura 12).

Los helechos tienen una larga tradición en la historia de la humanidad, ya que han formado parte de leyendas y cuentos en muchas sociedades, además de que han servido como plantas medicinales, colorantes, ceremoniales, de fibras, saborizantes e incluso como alimento de emergencia (Wile May, 1978). En México, los diferentes trabajos dedicados a recopilar floras útiles regionales, generalmente sólo mencionan muy pocas especies de pteridobiontes. En trabajos etnobotánicos bien elaborados, los helechos y lycopodios suelen representar menos del 10 % de la flora útil (Soto y Sousa, 1995; Fernández y Ramos, 2001; Cedano *et al.*, 2006; Navarro y Avendaño, 2007). Aparentemente, en nuestro país, no hay una gran tradición étnica en el uso de este grupo de plantas; probablemente una cincuentena de especies mexicanas podría tener un uso comercial relevante (figura 13), fundamentalmente como ornamentales de maceta o de follaje (especialmente especies de la familia Cyatheaceae, y otras pertenecientes al género *Adiantum*, *Asplenium*, *Polystichum*,



FIGURA 12. Acercamiento en un bordo de agua ruderal con *Salvinia auriculata* y *Pistia stratiotes* entre Cosamaloapan y Tlacotalpan. Son dos malezas acuáticas favorecidas por contaminantes de origen agropecuario (Foto: D. Tejero-Díez, noviembre 2007. laguna Chalpa, ca. de Cosamaloapan).



FIGURA 13. *Adiantopsis radiata* es una de las especies con gran potencial ornamental; tanto de maceta, como follaje y en artesanías. (Foto D. Tejero-Díez, noviembre 2007. Banderilla, Jalapa).

Lycopodium, etc.) y agronómico (tal como *Azolla*). De muchas de éstas, se sabe que ya existen cultivos comerciales o bien se venden en un mercadeo informal en nuestro país, que socava el recurso natural dada la extracción de ejemplares del medio, tal como el maquique (Rendón-Correa y Fernández-Nava, 2007). Sin embargo, en Veracruz, prácticamente no existen reportes al respecto; en la recopilación de plantas útiles de la región de Uxpanapa que Caballero *et al.* (1978) llevaron a cabo, no mencionan a ninguna especie de este grupo de plantas. En el estudio de Navarro y Avendaño (2007) sólo mencionan una docena de especies pteridobiontes útiles en el municipio de Astacinga y solamente una Unidad de Manejo Ambiental (UMA-La Flor de Catemaco) dedica espacio al cultivo de helechos para su comercialización, especies que, por cierto, son introducidas.

AGRADECIMIENTOS. Se agradece a Blanca Pérez-García y Aniceto Mendoza-Ruíz, de la Universidad Autónoma Metropolitana, por la pronta respuesta en la revisión de ejemplares del herbario UAMIZ, la donación de literatura y la revisión del manuscrito. Raymundo Montoya de la FES-Iztacala, quien formó el mapa de regiones ecológicas de Veracruz. Claudia Tejero y J. Canek Ledesma ayudaron en la búsqueda de material bibliográfico y de herbario, respectivamente.

LITERATURA CITADA

- AGUIRRE, R. y M. L. Arreguín, 1988, Claves de familias, géneros, especies y variedades de Pteridófitas del estado de Nuevo León, México, *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, México, 29: 29-41.
- AMBROSE, A.R., 2004, *Water-holding capacity of canopy soil mats and effects on microclimates in an old-growth redwood forest: A report to Save-the-Redwoods League*, M.S. Thesis, Humboldt State University, Arcata, CA., 95 pp.
- ARREGUÍN-SÁNCHEZ, M.L., R. Fernández-Nava, R. Palacios-Chávez y D.L. Quiroz-García, 2001, *Pteridoflora ilustrada del estado de Querétaro, México*, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, México, 470 pp.
- BEUKEMA, H. y M. Van-Noordwijk, 2004, Terrestrial Pteridophytes as Indicators of Forest-Like Environment in Rubber Production Systems in the Lowlands, Sumatra, *Agricultural Ecosystems and Environment* 104: 63-73.
- CABALLERO, J., V. M. Toledo, A. Argueta. E. Aguirre, P. Rojas y J. Viccon, 1978, Estudio botánico y ecológico de la región del río Uxpanapa, Ver. México No. 8. Flora útil o el uso tradicional de las plantas, *Biótica* 3(2) 103-144
- CARREÑO ROCABADO, I.G., 2006, *Evaluación de los cafetales bajo sombra y fragmentos de bosque adyacentes como hábitats para conservar la diversidad de los helechos en el Estado de Veracruz, México*, tesis maestría en Ciencias, Instituto de Ecología, Xalapa, 120 pp.
- CASTILLO-CAMPOS, G., 1991, *Vegetación y flora del municipio de Xalapa*, Programa del Hombre y la Biosfera (MAB, UNESCO), Instituto de Ecología y H. Ayuntamiento de Xalapa, Veracruz, 148 pp.
- CASTILLO-CAMPOS G., M.E. Medina Abreo, P.D. Dávila Aranda y J.A. Zavala Hurtado, 2005, Contribución al conocimiento del endemismo de la flora vascular en Veracruz, México, *Acta Botánica de México* 73: 19-57.
- CEDANO MALDONADO, M., L. Villaseñor Ibarra y H.G. Ponce Curiel, 2006, Avances sobre el uso actual de las pteridofitas en la zona metropolitana de Guadalajara, Avances en la Investigación Científica del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (<http://www.cucba.udg.mx/new/publicaciones/botanica/60.htm>).
- DÍAZ-BARRIGA, H. y M. Palacios-Rios, 1992, Listado preliminar de especies de pteridófitas de los estados de Guanajuato, Michoacán y Querétaro, en J. Rzedowski, J. y G. Calderón (eds.), *Flora del Bajío y de*

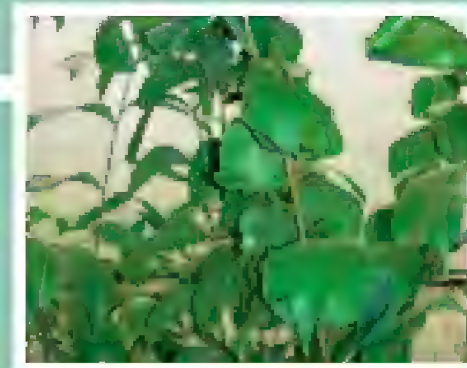
- Regiones Adyacentes*, fascículo complementario III. Instituto de Ecología, Pátzcuaro, Mich., 57 pp.
- FERNÁNDEZ, R. y D. Ramos, 2001, Notas sobre plantas medicinales del estado de Querétaro, México, *Polibotánica* 12:1-39
- FLORA of North America Editorial Committee (FNA), 1993, *Flora of North America North of Mexico*, vol. 2. *Pteridophytes and gymnosperms*, Oxford University Press, Oxford, 475 pp.
- GALLARDO-PÉREZ, J.C., M.L. Esparza-Aguilar y A. Gómez-Campos, 2006, Importancia etnobotánica de una planta vascular sin semilla en México: *Equisetum*, *Polibotánica* 21: 61-74.
- GARCÍA, E., 2004, *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*, Instituto de Geografía serie libros núm. 6, UNAM, México 90 pp. y disco compacto de datos.
- GÓMEZ-POMPA, A., 1966, *Estudios Botánicos en la región de Misantla, Veracruz*. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, México, 173 pp.
- , 1978, *Ecología de la vegetación del Estado de Veracruz*. Compañía editorial Continental, e Instituto de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, México, 91 pp.
- GREGORY, D. y R. Riba, 1979, *Selaginellaceae*, en A. Gómez-Pompa y V. Sosa (eds.), *Flora de Veracruz* 6: 1-35.
- GUTIÉRREZ B., C. y M.G. Zolá, 1987, Hidrófitas de Nevería, Veracruz, México, *Biótica* 12(1): 21-34.
- GUZMÁN, G.S. y G. Castillo-Campos, 1989, Uso del suelo en Veracruz, *Extensión* 32: 31-35.
- HIETZ, P. y U. Hietz-Seifert, 1994, *Epífitas de Veracruz*, Instituto de Ecología, Xalapa, Ver., 236 pp.
- HILL, J.D. y J.A. Silander-Jr., 2001, Distribution and dynamics of two ferns: *Dennstaedtia punctilobula* (Dennstaedtiaceae) and *Thelypteris noveboracensis* (Thelypteridaceae) in a northeast mixed hardwoods-hemlock forest, *American Journal of Botany* 88: 894-902
- IBARRA-MANRÍQUEZ, G. y S. Sinaca Colín, 1999, Lista florística comentada de la Estación de Biología Tropical "Los Tuxtlas", Veracruz, México, *Revista de Biología Tropical* 43(1-2): 25-115
- KNOBLOCH, I.W. y D.S. Correll, 1962, *Ferns and fern allies of Chihuahua, Mexico*, Texas Research Found, Renner, Texas, 198 pp.
- KRÖMER, T., A. Acebey y A.R. Smith, 2007, *Thelypteris tuxtlensis* (Thelypteridaceae), a new species in subgenus *Goniopteris* from Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico, *American Fern Journal* 97(3): 136-139.
- LIRA, R. y R. Riba, 1984, Aspectos fitogeográficos y ecológicos de la flora Pteridofita de la Sierra de Santa Marta, Veracruz, México, *Biótica* 9(4): 451-467.
- , 1993, Las Pteridofitas (helechos y plantas afines) de México, *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* (volumen especial) 44: 99-108.
- LOREA-HERNÁNDEZ, F. y E. Velázquez-Montes, 1998, Pteridófitas. Lista de los taxa y su distribución geográfica en la entidad. In: N. Diego-Pérez y R. Ma. Fonseca (eds.), *Estudios florísticos en Guerrero No. 9*, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 83 pp.
- LOT-HELGUERAS, A., 1991, *Vegetación y flora vascular acuática del estado de Veracruz*, tesis de doctorado, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 226 pp.
- MEHLTRETER, K. y M. Palacios-Rios, 2003, Phenological studies on *Acrostichum danaeifolium* (Pteridaceae, Pteridophyta) at a mangrove site on the Gulf of Mexico, *Journal of Tropical Ecology* 9(2): 155-162.
- MEHLTRETER, K., 2006, Leaf phenology of the climbing fern *Lygodium venustum* in a semideciduous lowland forest on the Gulf of México, *American Fern Journal* 96(1): 21-30.
- MEHLTRETER, K. y J. G. García-Franco, 2008, Leaf phenology and trunk growth of the deciduous tree fern *Alsophila firma* in a Mexican lower montane forest, *American Fern Journal* (en prensa).
- MEHLTRETER, K., 2008, Helechos, en R.H. Manson, V. Hernández-Ortiz, S. Gallina y K. Mehltreter (eds.), *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: Biodiversidad, Manejo y Conservación*, Instituto Nacional de Ecología (INE), México (en prensa).
- MICKEL, J.T., 1992, Pteridophytes, en R. McVaugh, W.R. Anderson (ed.), *Flora Novo-Galiciana*, 17: 120-467.

- MICKEL, J.T. y A.R. Smith, 2004, The Pteridophytes of Mexico, *Memories of the Botanical Garden of New York* 88: 1-1054
- MONTERROSA Salomón, J. y A. Monro, 2008, An annotated checklist to the Monilophytes and Lycophytes of El Salvador, *The Fern* 18(4) 120-215.
- MORAN R., C., 2004, *An natural history of ferns*, Timber Press, Portland, 301 pp.
- MUELLER-DOMBOIS, D. y H. Ellenberg, 1974, *Aims and methods of vegetation ecology*. J. Wiley, Nueva York, 547 pp.
- NARAVE Flores, H., 1985, La vegetación del Cofre de Perote, Veracruz, México, *Biótica* 10(1): 35-57.
- NAVARRO, L.C. y S. Avendaño, 2007, Flora útil del municipio de Astacinga, Veracruz, México, *Polibotánica* 14: 67-84
- OROZCO, A. y Lot-Helgueras, A., 1976, La vegetación de las zonas inundables del sureste de Veracruz, *Biótica* 1(1): 1-44.
- ORTEGA, O. R., 1981, Vegetación y flora de una corriente de lava (malpaís) al noreste del Cofre de Perote, Ver., *Biótica* 6(1):57-97
- PACHECO, L. y R. Riba, 1991, *Hymenophyllaceae*, en A. Gómez-Pompa y V. Sosa (eds.), *Flora de Veracruz* 63: 1-54.
- PACIENCIA, M.L.B. y J. Prado, 2004, Efeitos de borda sobre a comunidade de pteridófitas na Mata Atlantica da Regiao de Una, Sul de Bahia, Brasil, *Revista Brasileira de Botânica* 27: 641-653.
- PACIENCIA, M.L.B. y J. Prado, 2005, Effects of forest fragmentation on pteridophyte diversity in a tropical rain forest in Brazil, *Plant Ecology* 180: 87-104.
- PAGE, C.N., 1979a, The diversity of ferns: An ecological perspective, en A.F. Dyer (ed.), *The experimental biology of ferns*, Academic Press, Londres, pp. 10-56.
- PAGE, C.N., 1979b, Experimental aspects of fern ecology, en A.F. Dyer (ed.), *The experimental biology of ferns*, Academic Press, Londres, pp. 552-589.
- PALACIOS-RIOS, M. y R. Riba, 1983, Helechos de Veracruz: *Adiantum* (*Pteridaceae*), *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 44: 43-62.
- PALACIOS-RIOS, M., 1987a, Notas de herbario XAL. XI. Nuevos registros de Pteridofitas para Veracruz, México, *Biótica* 12(4): 297-299.
- , 1987b, *Psilotaceae*, en A. Gómez-Pompa y V. Sosa (eds.), *Flora de Veracruz*. 55: 1-6.
- , 1990a, New Pteridophyte Records for the State of Veracruz, Mexico, *American Fern Journal* 80(1): 29-32.
- , 1990b, *Osmundaceae*, en A. Gómez-Pompa y V. Sosa (eds.), *Flora de Veracruz* 61: 1-7.
- , 1992a, *Las Pteridofitas del estado de Veracruz, México*, tesis de maestría en Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 374 pp.
- , 1992b, *Dicksoniaceae, Equisetaceae, Gleicheniaceae, Lindsaeaceae, Parkeriaceae, Plagiogyriaceae, Vittariaceae*, en A. Gómez-Pompa y V. Sosa (eds.), *Flora de Veracruz* 69: 1-96.
- PÉREZ-GARCÍA, B., R. Riba y J.I. Reyes, 1995, Helechos mexicanos: formas de crecimiento, hábitat y variantes edáficas, *Contactos* 11: 22-27.
- PONCE, M., K. Mehlreter y E.R. de la Sota, 2002, Análisis biogeográfico de la diversidad pteridoflorística en Argentina y Chile continental, *Revista Chilena de Historia Natural* 75(4): 703-717.
- PRYER, K.M., H. Schneider, A. Smith, R. Cranfill, P.G. Wolf, J.S. Hunt y S.D. Sipes, 2001, Horsetails and ferns are a monophyletic group relative to seed plants, *Nature* 409: 618-621.
- RAMOS Álvarez, C.H. y F. González Medrano, 1972, La vegetación de la zona árida veracruzana, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM 43, Serie Botánica 1: 77-100.
- RENDÓN-CORREA, A. y R. Fernández-Nava, 2007, Plantas con potencial uso ornamental del estado de Morelos, México, *Polibotánica* 23: 121-165
- RIBA, R. y B. Pérez-García, 1979, Estudio Botánico y Ecológico de la Región del Río Uxpanapa, Veracruz. N° 9 Pteridofitas, *Biótica* 4(3): 135-139.
- , 1997, Pteridofitas, en E. González Soriano, R. Dirzo y R. C. Vogt (eds.), *Historia natural de los Tuxtlas*, UNAM, México, pp. 175-181.

- RIBA, R., 1981, *Cyatheaceae*, en A. Gómez-Pompa y V. Sosa (eds.), *Flora de Veracruz* 17: 1-42.
- , 1993, Mexican pteridophytes: distribution and endemism, en T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.), *Biological diversity of Mexico: Origins and distribution*, Oxford University Press, Nueva York, pp. 379-395.
- RIBA, R., L. Pacheco, A. Valdés y Y. Sandoval, 1996, Pteridoflora del estado de Morelos. Lista de familias, géneros y especies, *Acta Botánica de México* 37: 45-65.
- ROJAS-ALVARADO, A.F., 2003, New taxa, records and redefined concepts in the Elaphoglossum sect. Elaphoglossum subsect. Pachyglossa (Lomariopsidaceae) from Mexico and Central America, *Revista de Biología Tropical* 51(1): 1-32.
- RZEDOWSKI, J., 1978, *Vegetación de México*, Limusa, México, 432 pp.
- , J. 1991a, Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México, *Acta Botánica de México* 14: 3-21.
- , 1991b, El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. *Acta Botánica de México* 15: 47-64.
- , 1996, Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Acta Botánica de México* 35: 25-44.
- SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (Semarnat), 2002, Norma Oficial Mexicana NOM-59-SEMARNAT-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, *Diario Oficial* (6 marzo), 5 pp.
- SMITH, A.R., 1981, *Pteridophytes*, en D.E. Breedlove (ed.), *Flora of Chiapas*, parte 2, California Academy of Sciences, San Francisco, 370 pp.
- SMITH, A.R., K.M. Pryer, E. Schuettpelz, P. Korall, H. Schneider y P.G. Wolf, 2006, A classification for extant ferns, *Taxon* 55(3): 705-731.
- SOSA, V. y A. Gómez-Pompa (comp.), 1994, *Lista florística. Flora de Veracruz*, Fascículo 82, Instituto de Ecología/Universidad de California, Xalapa, Ver., 245 pp.
- SOSA, V., A.P. Vovides y G. Castillo-Campos, 1998, Monitoring endemic plants extinction in Veracruz, Mexico, *Biodiversity and Conservation* 7: 1521-1527.
- SOTO N., J.C. y M. Sousa, 1995, *Plantas Medicinales de la Cuenca del río Balsas*, Cuadernos 25, Instituto de Biología, UNAM, 198 pp.
- SQUEO F., L. Caviere, G. Arancio, J. Novoa, O. Matthei, C. Marticorena, R. Rodríguez, M.T.K. Arroyo, y M. Muñoz, 1998, Biodiversidad vegetal de Antofagasta, *Revista Chilena de Historia Natural* 71: 571-591.
- TEJERO-DÍEZ, J.D., 1998, *Pteridoflora del occidente del estado de México, México*, tesis de maestría en Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 142 pp.
- TEJERO-DÍEZ, J.D. y J.T. Mickel, 2004, Las Pteridofitas, en A.J. García Mendoza, M.J. Ordóñez Díaz y M.A. Briones Salas (eds.), *Biodiversidad de Oaxaca*, Instituto de Biología, UNAM, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza y WWF, México, pp. 121-139.
- TEJERO-DÍEZ, J.D. y Ma. de la Luz Arreguín Sánchez, 2004, Lista con anotaciones de los pteridófitos del Estado de México, México, *Acta Botánica de México*, 68: 1-82.
- TEJERO-DÍEZ, J.D., 2007, La riqueza florística del Estado de México: lycopodios y helechos, *Adumbraciones ad summae editione* (Biblioteca digital del Real Jardín Botánico de Madrid) 27: 1-32.
- TOLEDO, V.M., 1994, La diversidad biológica de México. Nuevos retos para la investigación de los noventas, *Ciencias* 34: 43-59.
- TRYON, R.M., 1986, The biogeography of species, with special reference to ferns, *Botanical Review* 52(2): 117-155.
- VARGAS AJURIA, Y.A., 1982, *Análisis florístico y fitogeográfico de un bosque mesófilo de montaña en Huayacotla, Ver.*, tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 105 pp.
- VÁZQUEZ Torres, M., 2005, *Helechos y plantas afines: una mirada desde el municipio de Banderilla*, Edi-

- tora del Gobierno del Estado de Veracruz, Xalapa, 426 pp.
- WENDT, T. 1989, Las selvas de Uxpanapa, Veracruz-Oaxaca, México: evidencias de refugios florísticos cenozoicos, *Anales de Instituto de Biología de México, serie Botánica*, 58: 29-54.
- WIGGINS, I.L., 1980, *Flora of Baja California*, Stanford University Press, Stanford, 1 025 pp.
- WILE May, L. 1978, The economic uses and associated folklore of ferns and fern allies, *The Botanical Review* 44(4): 491-519.
- ZAMORA, C.P. y G. Castillo-Campos, 1997, *Vegetación y flora del municipio de Tlalnahuayocan, Veracruz*, Textos Universitarios, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 88 pp.
- ZOLÁ, M.G., 1987, *La vegetación de Xalapa, Veracruz*, Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Xalapa, 555 pp., 7 mapas.

Nuestro conocimiento sobre la diversidad de las cícadas (Zamiaceae, Cycadales)



Andrew Peter Vovides
Jorge A. González-Astorga
Miguel Ángel Pérez-Farrera

INTRODUCCIÓN

¿QUÉ SON LAS CÍCADAS? Son un linaje antiguo (Cycadophyta) de plantas dioicas clasificadas con gimnospermas cuya historia fósil data del Pérmico y posiblemente el Carbonífero (Mamay, 1976; DeVoryas, 1982; Gao y Thomas, 1989; Norstog y Nicholls, 1997). Las cícadas, junto con *Ginkgo* (Ginkgoales), son las únicas plantas vivientes con semilla que presentan anterozoides móviles, o sea gameto masculino (espermatozoide) multi flagelado, carácter considerado ancestral (Norstog y Nicholls, 1997).

Durante el Mesozoico (*ca.* 160 millones de años) existieron dos órdenes de Cycadophyta: las Cycadales y las Cycadeoidales, ambos órdenes tenían una amplia distribución a nivel mundial, formando parte importante de la flora del Mesozoico (Norstog y Nicholls, 1997) y sus fósiles son conocidos en Alaska, Rusia, Europa y China, entre otros (Harris, 1932; Stewart, 1983; Gao y Thomas, 1989). Durante las extinciones masivas al fin del

Cretácico las Cycadeoidales se extinguieron y las Cycadales se redujeron considerablemente en número. No obstante, a partir del Terciario las Cycadales se diversificaron de nuevo para producir las especies que conocemos hoy y aunque conservan rasgos ancestrales, está evidenciado por estudios a nivel molecular que las cícadas modernas son de especiación reciente (Moretti *et al.*, 1993; Treutlein y Wink, 2002; González y Vovides, 2002; Treutlin *et al.*, 2005; Zgurski *et al.*, 2008).

Somos afortunados en tener entre nosotros este linaje de plantas, que se ha mantenido por casi 300 millones de años y que ocupa un lugar intermedio entre las especies vegetales ancestrales, como los helechos y especies derivadas, como las angiospermas o plantas con flores.

DISTRIBUCIÓN

A nivel mundial existen tres familias de cícadas: Cycadaceae, Stangeriaceae y Zamiaceae, que en

conjunto abarcan alrededor de 303 especies (Jonson, 1959; Hill *et al.*, 2007). Su distribución actual ocurre en las regiones tropicales y subtropicales del planeta, incluyendo América, África, Asia, Australia, las islas del Pacífico y las Antillas Mayores en el Caribe. En México se conocen 54 especies.

En el estado de Veracruz se conocen 17 especies, lo que representa más del 30 % de la cicadoflora del país. Las especies mexicanas están distribuidas en tres géneros de la familia Zamiaceae: *Ceratozamia*, *Dioon* y *Zamia*, las cuales están presentes en las vertientes del Pacífico y del Golfo de México, así como en el sur y el sureste del país. Más del 90 % de las especies registradas en el país son endémicas. México ocupa el segundo lugar a nivel mundial en diversidad de cíadas después de Australia (Vovides, 2000) y ocupa el primer lugar en el neotrópico, siendo hogar de 47 % de las especies del hemisferio. Los géneros *Dioon* y *Ceratozamia* son endémicos a lo que Rzedowski (1993) considera el “Mega-México 2”, donde la frontera sur de México, por afinidades florísticas, se extiende hasta Nicaragua. Se conoce una sola especie de *Dioon* en Honduras.

Por otro lado, las especies del género *Zamia* tienen la distribución más amplia en América, la cual va desde Georgia y Florida, en el sureste de los EUA, hasta Boliva en Sudamérica, incluyendo a las Antillas Mayores. Colombia, Ecuador y Perú son particularmente ricos en este género y se cree que más exploraciones en estas regiones aumentaría considerablemente su cicadoflora (Nicolalde-Morejón, 2007).

IMPORTANCIA

Existen varios factores biológicos, culturales y económicos que hacen a las cíadas merecedoras de conservación y atención especial. Lo que hace particularmente interesante a las cíadas vivientes es su larga sobrevivencia. Una explicación probable es que han desarrollado atributos contra las amenazas del ambiente tanto de sequías e incendios, así como

la predación por animales y agentes patógenos (Brenner *et al.*, 2003). De igual interés es sin duda su linaje; son pocas especies a nivel mundial y ocupan una posición basal en el árbol filogenético de las espermatofitas (Loconte y Stevenson, 1990). Desde la perspectiva de la biología evolutiva son también importantes, ya que se ha demostrado que son plantas cuya distribución geográfica actual es posterior a la de los tipos de vegetación del presente en nuestro país, lo cual concuerda con la teoría de los refugios florísticos del Pleistoceno (González-Astorga *et al.*, 2003a, 2003b, 2005, 2008). Particularmente, las poblaciones de *Dioon edule* del estado de Veracruz se encuentran distribuidas en lo que en el pasado pudo haber sido un refugio florístico (González-Astorga *et al.*, 2003b).

Factores biológicos: toxicidad

Las cíadas contienen toxinas (cicasinas y macrozaminas) exclusivas (Whiting, 1963; Daly *et al.*, 2001) con implicaciones importantes médicas, dado que contienen el azoxyglicósido MAM que es carcinogénico (Smith, 1966) y causa efectos radiomiméticos, o sea roturas de los cromosomas similares a los que producen los rayos-X (Porter y Teas, 1971; Norstog y Nicholls, 1997). Está presente también la neurotoxina BMAA (β -N-metilamino-L-alanina) la cual está asociada a la enfermedad conocida como “Litigo-Bodig” que es la esclerosis lateral amiotrófica (ALS), común entre gente de mayor edad en la isla de Guam, y la demencia parkinsoniana, debido a la ingestión de fécula proveniente de las semillas de *Cycas* (Vega y Bell, 1967; Kurland, 1988; Sacks, 1997).

Factores ecológicos

Las especies de *Dioon* y algunas de *Zamia* han desarrollado atributos que les favorecen durante incen-

dios. *Dioon* tiene una armadura formada de las bases persistentes de los peciolos que protegen el tronco contra daños por el fuego y mecánicos, tal como hace la corteza gruesa de algunos árboles (Chamberlain, 1919; Vovides, 1990). Sin embargo, las especies del género *Ceratozamia* carecen de esta protección y siendo habitantes de selvas y bosques húmedos quedan particularmente sensibles a perturbaciones por incendios y otro tipo de disturbios; por lo que las especies de este último género son más vulnerables a la extinción debido a la modificación de su hábitat natural.

Todas las cícadas desarrollan raíces apogeotrópicas, las cuales forman masas coraloides en la superficie del suelo, donde entran en asociación simbiótica con cianobacterias que fijan nitrógeno atmosférico (Norstog y Nicholls, 1997). La fijación de nitrógeno por parte de las cícadas es una aportación importante a su medio ambiente natural, especialmente después de incendios; por ejemplo, la cícada australiana *Macrozamia riedlei* fija alrededor de 35 kg de N/ha en periodos de cinco a siete años (Grove *et al.*, 1980).

Se han reportado también asociaciones micorrízicas de tipo arbusculares en las cícadas (Vovides, 1991; Fisher y Vovides, 2004). Estas asociaciones ayudan a la absorción de nutrientes solubles y agua por las cícadas, que casi siempre crecen en suelos pobres. El micelio del hongo se extiende mucho más allá de la rizósfera, comportándose así como un pelo radical muy largo, el cual puede explotar recursos fuera del alcance de los pelos radicales de la raíz (Vovides, 1991).

Se conoce muy poco de la fisiología de las cícadas, y es notable que muchas crecen en ambientes con sequías prolongadas y altas temperaturas; como las selvas bajas caducifolias y encinares en donde habita la cícada *Dioon edule* (chamal o tiotamal) de Veracruz. *Dioon edule* presenta una variante de la fotosíntesis CAM conocido como CAM-cíclico (Vovides *et al.*, 2002a). La fotosíntesis CAM es una secuencia metabólica que permite a las plantas evi-

tar la pérdida de agua por la transpiración, porque en este proceso cierran sus estomas durante el día y los abren durante la noche para absorber CO₂. *D. edule* es la primera cícada reportada con este tipo de metabolismo.

Factores evolutivos

Lo que hace a este grupo de plantas más interesante es el hecho que conservan algunos rasgos morfológicos ancestrales y se cree que el grupo se originó de algún linaje de Pteridospermas (helechos con semilla ya extintos), probablemente las Medullosaceae del Carbonífero por ciertas similitudes en las estructuras reproductivas (Stewart, 1951), morfológicas y anatómicas (Bierhorst, 1971) (figura 1). Estas estructuras han cambiado muy poco desde el Paleozoico (Foster y Gifford, 1974; Brenner *et al.*, 2003).

Esto pone a las cícadas en un lugar intermedio entre estas plantas ancestrales extintas y las plantas con semilla modernas, o sea las angiospermas.

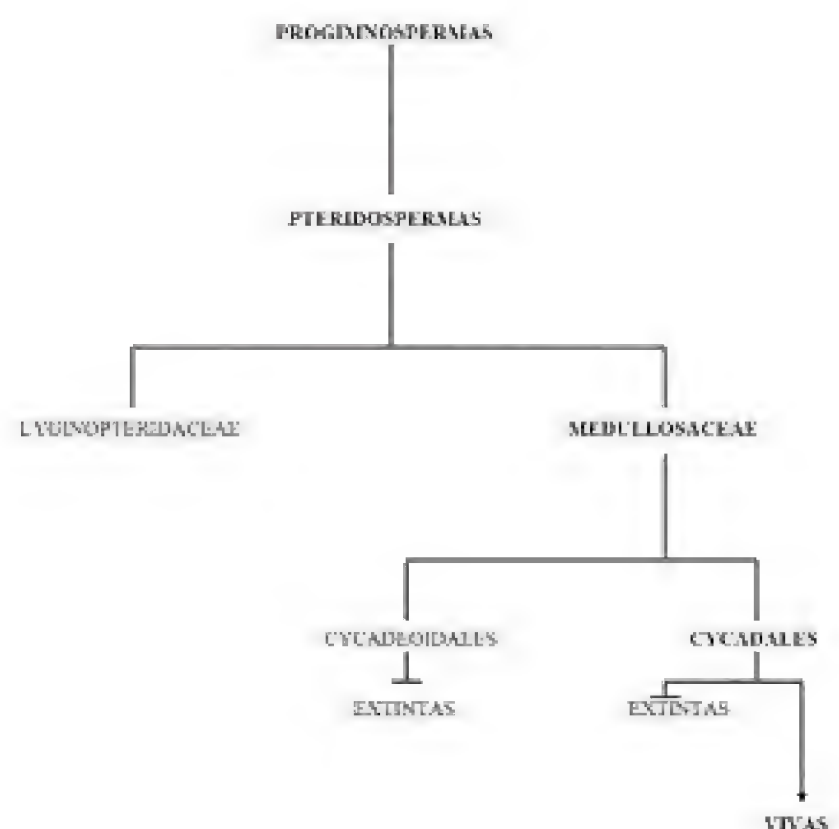


FIGURA 1. Esquema evolutivo para las cícadas según Crane (1988).

LAS CÍCADAS EN VERACRUZ

Nuestro estado cuenta con 17 especies descritas, pero podrían incrementarse a 18 en el futuro cercano, según los avances de investigaciones recientes. Se conocen tres géneros; *Ceratozamia*, *Dioon* y *Zamia* y la mayor concentración de las especies se encuentra en las regiones centro y sur del estado. Existen cinco especies endémicas; *Ceratozamia huastecorum*, *C. morettii*, *Zamia furfuracea*, *Z. inermis* y *Zamia vazquezii*. Se conocen en varios tipos de vegetación como bosque mesófilo de montaña, bosque de encino, bosque tropical caducifolio, bosques tropicales perennifolios y subperennifolios, encinar, vegetación secundaria o acahuales y vegetación costera (cuadro 1). La destrucción de estas comunidades vegetales ha puesto en considerable riesgo de extinción a muchas especies de cícadas en nuestro estado. Un ejemplo es la selva de Uxpanapa, en donde existía *Ceratozamia euryphyllidia* hasta finales de los años 80 del siglo pasado y hoy ya no se encuentra sino hasta los

Chimalapas en Oaxaca. Además, se han reducido considerablemente las poblaciones de *Zamia purpurea* de Uxpanapa, y *Z. inermis* ya está casi desaparecida de la Sierra de Manuel Díaz.

LAS ESPECIES

A continuación una breve descripción de algunas especies de cícadas conocidas para Veracruz, así como información sobre su distribución, vegetación y usos conocidos.

El género *Ceratozamia*

El nombre del género procede del griego *kerato* que significa cuerno, o sea, la *Zamia* cornuda, alude a la terminación de las escamas o esporofilos de los conos en dos protuberancias agudas semejantes a cuernos (figura 2).

CUADRO 1. Especies de cícadas en Veracruz por región, tipo de vegetación y estatus de conservación, según la Lista Roja de la IUCN (2007).

ESPECIE	REGIÓN	VEGETACIÓN	CONSERVACIÓN
<i>Ceratozamia brevifrons</i>	C	BMM	ID
<i>Ceratozamia decumbens</i>	C	SMSubP	CR*, P**
<i>C. euryphyllidia</i>	S	SAP	CR
<i>C.huastecorum</i>	N	BMM	A**
<i>C. latifolia</i>	N	BMM	VU
<i>C. mexicana</i>	C	BMM	VU
<i>C. miqueliana</i>	S	SAP	VU, P**E
<i>C. morettii</i>	C	BMM	EN
<i>C. robusta</i>	C,S	SMSubP	VU
<i>Dioon edule</i>	C	SBC, E, Co, Ac	NT, P**
<i>D. spinulosum</i>	S	SMSubP	VU, P**
<i>Zamia furfuracea</i>	S	Co, Ac	VU, P**
<i>Z. inermis</i>	C	SBC	CR
<i>Z. katzeriana</i>	S	SAP, SMSubP	P**
<i>Z. loddigesii</i>	N,C,S	SBC, Ac	NT, A**
<i>Z. purpurea</i>	S	SAP	EN
<i>Z. vazquezii</i>	N	SMSubP	CR

*Propuesta por Vovides *et al.* (2008).
** Categoría propuesta para la Norma Oficial (MER).
N=norte; S=sur; C=centro; SAP= Bosque tropical perennifolio; SBC= Bosque tropical caducifolio; SMSubP=Bosque tropical subcaducifolio; BMM=bosque mesófilo de montaña; E=encinar; Co=costera; Ac=acahual; A=amenazada, P=en peligro (Norma Oficial), CR=críticamente en peligro de extinción; EN=en peligro de extinción; NT=no amenazada, VU=vulnerable (IUCN), ID=información deficiente.



FIGURA 2. *Ceratozamia euryphillidia* en el jardín botánico Francisco J. Clavijero; una especie de la selva de Uxpanapa en Veracruz, ahora extirpada de allí y que sólo se encuentra en los Chimalapas, Oaxaca.

Ceratozamia euryphillidia Vázq. Torres & Sabato

Se distribuye en Veracruz y Oaxaca, en las selvas Uxpanapa y Chimalapas, respectivamente, sobre sustratos calizos en selva alta perennifolia. En Veracruz sólo se conocía del valle de Uxpanapa. Se desconoce el nombre común.

Ceratozamia huastecorum Avendaño, Vovides & Castillo-Campos.

Se distribuye en el norte del estado en la Sierra de Tantima en bosque mesófilo de montaña y por lo tanto es endémica al estado. No se conoce nombre común.

Ceratozamia latifolia Miq.

Esta especie se distribuye en la región de la Huasteca potosina y veracruzana, en la zona de la sierra de Chi-contepec, en bosques tropicales subperennifolios.

Ceratozamia mexicana Brongn.

Se encuentra distribuida en la parte montañosa central del estado, por las barrancas en la región de

Huatusco y Xalapa, en bosque mesófilo de montaña, también en Puebla e Hidalgo (Vovides *et al.*, 1983; 2004). Se usa como planta de ornato y las semillas se muelen para extraer fécula, que mezcladas con azúcar se usan como insecticida. Nombres comunes: costilla de león, piña del monte, palma imperial.

Ceratozamia miqueliana Wendl.

Esta especie se distribuye en bosque tropical perennifolio y transición de éste con bosque mesófilo en el sur de Veracruz, desde Los Tuxtlas a Coatzacoalcas, y en Chiapas en las montañas del norte. Sin embargo, dado el grado de deterioro del medio ambiente en esta región, la especie está restringida a unos pequeños manchones de selva por lo que está en peligro de extinción. Tiene gran valor ornamental. Se desconoce el nombre común.

Ceratozamia morettii Vázq. Torres & Vovides

Esta especie es endémica a algunas barrancas de la región montañosa central del estado en bosque mesófilo de montaña, sobre sustratos basálticos en cantiles y pendientes fuertes. Se desconoce el nombre común.

Ceratozamia robusta Miq.

Se conoce de selvas altas perennifolias y bosques tropicales subperennifolios y transiciones entre éstas y bosque mesófilo de montaña, creciendo en pendientes abruptas de sustrato calizo o basáltico. Se conoce vulgarmente como piña del monte o palma.

El género *Dioon*

El nombre del género viene del griego *di* – dos, y *öon* – huevo, que alude a los dos óvulos grandes de cada escama femenina (ciertamente es un carácter

no exclusivo a *Dioon* sino a todos los géneros de las cícadas, excepto *Cycas*, un género netamente asiático) (figura 3).

Dioon edule Lindl.

Se distribuye en los bosques tropicales caducifolios y encinares sobre cerros calizos o areniscas en la región central del estado, desde Chavarrillo hasta la costa por la sierra de Manuel Díaz. Se conoce como quiotamal, tiotamal y palma de Teresita, y se usaba en la antigüedad como fuente de almidón para la ropa. En la región de las Huastecas se conoce como chamal y se usa la semilla después de recocimientos y lavados como fuente de fécula para hacer masa durante tiempos de escasez, a lo que alude el epíteto específico de *edule* = comestible. Charles Chamberlain, morfológico y cicadólogo erudito, ha calculado la edad de un individuo menor de 1.5 metros de alto en 970 años de edad. Este *Dioon* aun se encuentra en el jardín de La Quinta de Las Rosas, Xalapa. En esta residencia vivía un maestro botánico de la Escuela Normal Veracruzana, Luis Murillo, durante el principio del siglo XX. Luis tomó medidas de este *Dioon* por un periodo de 11 años, de las que se hizo el cálculo de la edad de la planta (Chamberlain, 1919). En un estudio demográfico de *D. edule*, usando una versión modificada del método de Chamberlain, Vovides y Peters calcularon edades arriba de los 2 000 años en algunos individuos con el tronco de más de dos metros de largo, en el campo (Vovides y Peters, 1987; Vovides, 1990). El tiotamal se está manejando en UMAS de uso sustentable como una alternativa para la conservación de su ambiente (Vovides *et al.*, 2002b).

Dioon spinulosum Dyer

Esta especie se conocía en la región de Tierra Blanca (Chamberlain, 1919), pero ahora se considera extinta en esta localidad. Sin embargo, todavía se



FIGURA 3 *Dioon edule* en la Sierra de Chavarrillo; *D. edule* se encuentra en afloramientos calizos y barrancas del centro veracruzano.

encuentra en bosques tropicales subperennifolios de los cerros calizos de la sierra norte de Oaxaca, en la región de Tuxtepec. En esta región se conoce como palma de chicalite y se fabrican zumbadores de la cáscara de las semillas, también se usa el almidón de las semillas para hacer tamales y memelas en la región Chinanteca de Oaxaca. Se usa en la región de Los Tuxtlas como ornamental, en los patios de las casas antiguas y las iglesias.

El género *Zamia*

El nombre viene del griego *azaniae* que alude a los conos de las coníferas (Jones, 1993) y es el género de cícada con la distribución más extendida en el neotrópico (figura 4).

Zamia furfuracea L.f.

Esta especie fue común en los médanos estables de la región costera, entre Alvarado y Coatzacoalcos, con vegetación costera de bosque tropical caducifolio y palmar. Fue la primera cícada del continente americano en ser cultivada en Europa en el palacio de Hampton Court, Inglaterra, el año 1691. Ahora



FIGURA 4. *Zamia furfuracea* con la doctora Esperanza Peña García, en el Jardín Botánico Nacional, Cuba. Esta especie endémica al sur veracruzano es conocida ampliamente a nivel mundial como planta de ornato.

su distribución se encuentra muy reducida debido al cambio de uso del suelo y los saqueos inmoderados durante los años 80 del siglo pasado por parte de colectores comerciales para su uso como planta ornamental –se saquearon alrededor de 40 toneladas al mes durante esta época (Vovides *et al.*, 2002b). Se conoce con el nombre común de palmita o palma bola.

Zamia inermis Vovides, Rees & Vázq.Torres

Esta especie, críticamente en peligro de extinción, descrita en 1983 (Vovides *et al.*, 1983), es endémica a una pequeña región de Veracruz central en bosque tropical caducifolio sobre sustrato volcánico en pendientes fuertes. Su hábitat se está transformando rápidamente en potrero.

Su nombre, *Z. inermis*, alude a la completa ausencia de aguijones del peciolo y dentación marginal de los foliolos, cuya presencia es típicamente la regla del género. No tiene ninguna afinidad con la otra especie que se encuentra en esta región, *Z. loddigesii*. No se conoce un nombre común más que palma y ha sido saqueada considerablemente como planta ornamental.

Zamia katzeriana (Regel) Rettig

Exploraciones botánicas recientes han revelado una distribución más amplia de *Z. katzeriana* reportada para el sur de Tabasco por Vovides *et al.* (2003a) y para Veracruz por Nicolalde *et al.* (2008). *Z. katzeriana* se conoce formando parte del sotobosque de bosques tropicales perennifolios con individuos ampliamente separados entre sí. Forma un complejo de especies con el mismo nombre que incluye; *Z. purpurea* Vovides, Rees & Vázq.Torres, *Z. cremnophila* Vovides, Schutzman & Dehgan de Tabasco y *Z. lacandona* Schutzman & Vovides de Chiapas. Se desconoce su nombre común, pero tiene un gran potencial como planta ornamental por el color rojizo de sus hojas emergentes y cutícula brillosa.

Zamia loddigesii Miq.

Es la especie con más variación morfológica y ampliamente distribuida en el estado y por la vertiente del Golfo de México. El concepto de *Z. loddigesii* probablemente se reducirá con investigaciones que están en marcha, dado que muchas especies propuestas en el siglo XIX se convirtieron en sinónimos de aquella sin mediar estudios detallados. Un ejemplo es el reconocimiento de *Z. polymorpha* Stevenson & Sabato de la península de Yucatán, anteriormente considerada como una variante de *Z. loddigesii*. Se cree que *Z. loddigesii* tiene un origen híbrido muy antiguo (Vovides *et al.*, 2003b). Habita selvas bajas caducifolias, selvas medianas subperennifolias, encinares y acahuales derivados de estos tipos de vegetación. Por su tallo subterráneo persiste en cultivos y potreros, dado que resiste incendios y el pisoteo del ganado, pero bajo estas condiciones no se encuentran con más de 1 a 4 hojas. Se conoce como palmiche o amigo del maíz. Tiene usos medicinales en los partos, en algunas comunidades campesinas del sureste mexicano (Vovides *et al.*, 1983).

Zamia purpurea Vovides, Rees & Vázq.Torres

Esta especie sólo se conoce de los bosques tropicales perennifolios y subperennifolios de Uxpanapa en donde se encuentra severamente en peligro de extinción. Se desconoce su nombre común, sin embargo, la planta tiene gran potencial como ornamental por el color de sus hojas emergentes y su talla pequeña.

Zamia vazquezii D.W. Stev., Sabato, A. Moretti & De Luca

Esta especie se confunde con *Z. fischeri* Miq., de San Luis Potosí y Querétaro y sus foliolos delgados evocan los de los helechos del género *Adiantum* (Stevenson *et al.*, 1995-1996). Se conoce del bosque tropical subperennifolio de la parte norte del estado y su estatus de conservación es grave, debido tanto a la explotación intensa por parte de colectores comerciales, quienes la trafican como planta de ornato, como a la destrucción de su hábitat. A diferencia de *Z. fischeri* que es totalmente inerte, *Z. vazquezii* puede tener algunos aguijones en el pecíolo. En Veracruz se le conoce como amigo del maíz.

ACCIONES DE CONSERVACIÓN

Después de haber sobrevivido desde el Mesozoico, en la actualidad la mayoría de las especies del mundo de este linaje están amenazadas, son raras, están en peligro o críticamente en peligro de extinción, y en Veracruz no es la excepción. La tala inmoderada de los bosques, el cambio del uso del suelo y la comercialización ilegal, a base de extracción de plantas silvestres ha reducido las poblaciones naturales a un nivel crítico, amenazando así su sobrevivencia. La cícadas se encuentran protegidas por leyes nacionales (NOM-059-SEMARNAT-2001; Semarnat, 2002) e internacionales (CITES) que controlan su comer-

cialización. Se ha publicado un plan de acción a nivel internacional (Donaldson, 2003) y otro a nivel nacional (INE-SEMARNAP, 2000), con la finalidad de fomentar la protección y propagación de las cícadas, por lo que en México este grupo de plantas tiene prioridad para su conservación.

El comercio no sería un problema para su conservación de no ser porque son explotadas en forma inadecuada; por ejemplo la extracción de su hábitat y la decapitación de penachos o coronas de hojas. Ante esta problemática, especialistas del Jardín Botánico Francisco J. Clavijero, del Instituto de Ecología, realizaron un estudio ecológico sobre la especie *Dioon edule* que tuvo cinco años de duración, así como pruebas de germinación y cultivo. Se concluyó que la conservación a través de la propagación puede ser factible a nivel de pequeños viveros ejidales (Vovides, 1990). En el año 1990 se inició y se registró ante la entonces SEDUE (hoy Semarnat) el primer vivero de manejo sustentable de *Dioon edule* en Monte Oscuro, municipio de Emiliano Zapata, Veracruz, bajo la supervisión de personal del Jardín Botánico (Vovides e Iglesias, 1994). Este vivero, el primero en su tipo, y precursor de las Unidades de Manejo y Aprovechamiento Sustentable (UMAS) intensivas para plantas, marcó la pauta para el establecimiento y registro posteriores de otros viveros similares en los estados de Veracruz y Chiapas (figura 5).

En Chiapas hay cuatro viveros con esas características en dos reservas de la biosfera: La Sepultura y El Triunfo (Vovides *et al.*, 2002b). Estos viveros de manejo sustentable son una actividad complementaria para los campesinos, quienes tienen el compromiso de reintroducir al hábitat un porcentaje de la producción del vivero para compensar la extracción anual de semillas, así como para conservar dicho hábitat. Estos mismos campesinos han recibido entrenamiento en la colecta de semilla y cultivo (Pérez-Farrera & Vovides, 1997).



FIGURA 5. Comprador de *Dioon edule* en el Vivero Monte Oscuro.



FIGURA 6. Punto de venta de cícadas producidas en UMAS en el Parque Doña Falla, Xalapa

Los productores en Veracruz en colaboración con el Vivero La Curva, se han dado a la tarea de conectar los mercados nacionales e internacionales con los productores locales de cícadas, entre otros (figura 6). Eso fue posible a través del Parque Doña Falla, municipio de Xalapa, con el apoyo de varios productores del estado de Veracruz. Al mismo tiempo se han usado las cícadas en proyectos de desarrollo urbano por parte de algunas firmas de arquitectos (Arquitectos Aguayo), y el ayuntamiento de Xalapa ya incorporó *Dioon edule* (tiotamal), proveniente del vivero Monte Oscuro en su jardinería municipal, desde el año 2003 (figura 7).

Los viveros de manejo sustentable son una estrategia de conservación de las especies y al mismo tiempo una alternativa económica para los productores, con lo cual se conserva y difunde un recurso valioso, patrimonio de los mexicanos (Vovides *et al.*, 2002b). El adquirir una cícada del vivero La Curva en el Parque Doña Falla es contribuir a la conservación de las selvas regionales.



FIGURA 7. Jardinería municipal con *Dioon edule* en la Av. Presidentes, Xalapa

LITERATURA CITADA

- BIERHORST, D.W., 1971, *Morphology of vascular plants*, Macmillan Co., Nueva York, 560 pp.
- BRENNER, E.D., D.W. Stevenson, y R.W. Twigg, 2003, Cycads: evolutionary innovations and the role of plant-derived neurotoxins, *Trends in Plant Science* 8(9): 446-452.

- CHAMBERLAIN, C.J., 1919, *The living cycads*, Hafner, Nueva York, 172 pp.
- CRANE, P.R., 1988, Major clades and relationships in the 'higher' gymnosperms, en C.B. Beck (ed.), *Origin and Evolution of Gymnosperms*, Columbia University Press, pp. 218-272.
- DALY, D.C., K.M. Cameron y D.W. Stevenson, 2001, Plant systematics in the age of genomics, *Plant Physiology* 127: 1328-1333.
- DELEVORYAS, T., 1982, Perspectives on the origin of cycads and cycadeoids, *Review of Palaeobotany and Palynology* 37: 115-132.
- DONALDSON, J., (ed.), 2003, *Cycads: Status Survey and Conservation Action Plan*, IUCN/SSC Cycad Specialist Group, Gland, 86 pp.
- FISHER, J.B. y A.P. Vovides, 2004, Mycorrhizae are present in cycad roots, *The Botanical Review* 70(1): 16-23.
- GAO, G. y B.A. Thomas, 1989, A review of fossil cycad megasporophylls, with new evidence of *Crossozamia* Pomel and its associated leaves from the lower Permian of Taiyuan, China, *Review of Palaeobotany and Palynology* 60: 205-223.
- GONZÁLEZ-ASTORGA J., A.P. Vovides, C. Iglesias, 2003a, Morphological and geographical variation of the cycad *Dioon edule* Lindl. (Zamiaceae): ecological and evolutionary implications, *Botanical Journal of the Linnean Society* 141: 465-470.
- GONZÁLEZ-ASTORGA J., A.P. Vovides, M. Ferrer y C. Iglesias, 2003b, Population genetics of *Dioon edule* Lindl. (Zamiaceae, Cycadales): biogeographical and evolutionary implications, *Biological Journal of the Linnean Society* 80: 457-467.
- GONZÁLEZ-ASTORGA J., A.P. Vovides, A. Cruz-Angón, P. Octavio-Aguilar y C. Iglesias, 2005, Allozyme variation in the three extant populations of the narrowly endemic cycad *Dioon angustifolium* Miq. (Zamiaceae) from north eastern Mexico, *Annals of Botany* 95: 999-1007.
- GONZÁLEZ-ASTORGA J., F. Vergara-Silva, A.P. Vovides, F. Nicolalde-Morejón, D. Cabrera-Toledo y M.A. Pérez-Farrera, 2008, Diversity and genetic structure of three species of *Dioon* Lindl. (Zamiaceae, Cycadales) from the Pacific seaboard of Mexico, *Biological Journal of the Linnean Society* (en prensa).
- GONZÁLEZ, D. y A.P. Vovides, 2002, Low intralineage divergence in the genus *Ceratozamia* Brongn. (Zamiaceae) detected with nuclear ribosomal DNA ITS and chloroplast DNA *trnL-F* non-coding region, *Systematic Botany* 27(4): 654-661.
- GROVE, T.S., A.M. O'Connell y N. Malajezuk, 1980, Effects of fire on the growth, nutrient content and rate of nitrogen fixation of the cycad *Macrozamia rie-dlei*. Australian, *Journal of Botany* 28: 271-281.
- HARRIS, T.M., 1932, The fossil flora of Scoresby Sound, Greenland. III. Caytoniales and Bennetitales, *Medde-lelser om Grønland* 85: 1-133.
- INE-SEMARNAP, 2000, *Prep 6: Protección, conservación y recuperación de la familia Zamiaceae (Cycadales) de México*, México, 50 pp.
- HILL, K., D.W. Stevenson y R. Osborne, 2007, The world list of cycads, en A.P. Vovides, D.W. Steven-son y R. Osborne (eds.), Proceedings of Cycad 2005 the 7th international conference on cycad biology, *Memoirs of the New York Botanical Garden* 97: 454-483.
- IUCN, 2007, IUCN Red List of Threatened Species. (<http://www.iucnredlist.org>), consultada el 3 de junio de 2008.
- JONES, D.L., 1993, *Cycads of the World*, Reed, Chats-wood, 312 pp.
- KURLAND, L.T., 1988, Amyotrophic lateral sclerosis and Parkinson's disease complex on Guam linked to an environmental neurotoxin, *Trends in Neuroscience* 11: 51-54.
- LOCONTE, H. y D.W. Stevenson, 1990, Cladistics of the spermatophyta, *Brittonia* 42: 197-211.
- MAMAY, S.H., 1976, Paleozoic origin of the cycads, U.S., Geological Survey. Washington, D.C., *Profes-sional Paper* 934: 48.
- MORETTI, A., P. Caputo, S. Cozzolino, P. De Luca, L. Gaudio, G. Siniscalco Gigliano y D.W. Stevenson, 1993, A phylogenetic analysis of *Dioon* (Zamaiceae), *American Journal of Botany* 80(2): 204-214.

- NICOLALDE-MOREJÓN, F., 2007, Taxonomía, distribución y estado de conservación de *Zamia* en Ecuador, en A. P. Vovides, D.W. Stevenson y R. Osborne (eds.), Proceedings of Cycad 2005 the 7th international conference on cycad biology, *Memoirs of the New York Botanical Garden* 97:45-63.
- NICOLALDE-MOREJÓN, F., A.P. Vovides, D.W. Stevenson, y V. Sosa, 2008, Identity of *Zamia katzeriana* and *Z. versaffeltii* (Zamiaceae). *Brittonia* 60(1) 38-48
- NORSTOG, K.J. y T.J. Nicholls, 1997, *The biology of the cycads*, Cornell University Press, Ithaca, 363 pp.
- PÉREZ-FARRERA, M.A., y A.P. Vovides, 1997, *Manual para el cultivo y propagación de cycadas*, INE-SEMARNAP, México, 38 pp.
- PORTER, E.D. y H.J. Teas, 1971, Comparative radiomimetic effect of emulsin, cycasin, methyl azoxymethanol and x-rays in *Zamia integrifolia*, *Radiation Botany* 11: 21-26.
- RZEDOWSKI, J., 1993, Diversity and origins of the phanerogamic flora of Mexico, en *Biological Diversity of Mexico: Origins and distribution*, R. Bye y T.P. Ramamoorthy, A. Lot y J. Fa (eds.), Oxford University Press, 129-146.
- SACKS, O.W., 1997, *The Island of the colorblind*, Random House, Nueva York.
- SMITH, D.W., 1966, Mutagenicity of cycasin aglycone methylazoxymethanol a naturally occurring carcinogen, *Science* 152(3726): 1273-1274.
- STEVENSON, D.W., S. Sabato, A. Moretti y P. De Luca, 1995-96, What is *Zamia fischeri* Miquel?, *Delpinoa* 37-38: 9-17.
- STEWART, W.N., 1983, *Paleobotany and the evolution of plants*, Cambridge University Press, Nueva York, 405 pp.
- STEWART, W.N., 1951, A new *Pachytesta* from the Berryville locality of southeastern Illinois, *American Midland Naturalist* 46: 716-742.
- TREUTLIN, J. y M. Wink, 2002, Molecular phylogeny of cycads inferred from *rbcL* sequences, *Naturwissenschaften* 89: 221-225.
- TREUTLIN, J., P. Vorster y M. Wink, 2005, Molecular relationships in *Encephalartos* (Zamiaceae, Cycadales) based on nucleotide sequences of nuclear ITS 1&2, *Rbcl*, and genomic ISSR fingerprinting, *Plant Biology* 7: 79-90.
- VEGA, A. y E.A. Bell, 1967, a- amino-b-methyl-amino-propionic acid, a new amino acid from seeds of *Cycas circinalis*, *Phytochemistry* 6: 759-762.
- VOVIDES, A.P., 1990, Spatial distribution, survival and fecundity of *Dioon edule* (Zamiaceae) in a tropical deciduous forest in Veracruz, Mexico, with notes on its habitat, *American Journal of Botany* 77(12): 1532-1543.
- , 1991, Vesicular-arbuscular mycorrhiza in *Dioon edule* Lindl. (Zamiaceae, Cycadales) in its natural habitat in central Veracruz, Mexico, *Brenesia* 35: 97-103.
- , 2000, México: segundo lugar mundial en diversidad de cícadas, *Biodiversitas* 6(31): 6-10.
- VOVIDES, A.P., D. González, M.A. Pérez-Farrera, S. Avendaño y C. Bárcenas, 2004, A review of reasearch on the cycad genus *Ceratozamia* Brongn. (Zamiaceae) in México, *Taxon* 53(2): 291-297.
- VOVIDES, A.P., M.A. Pérez-Farrera, C. Iglesias, S. Avendaño y S. Salas-Morales, 2003a, New cycad reports (Zamiaceae) from Chiapas, Oaxaca, and Tabasco, Mexico, *Rhodora* 105(924): 379-384.
- VOVIDES, A.P., M.A. Pérez-Farrera, J. González-Astorga, D. González, T. Gregory, J. Chemnick, C. Iglesias, P. Octavio-Aguilar, S. Avendaño, C. Bárcenas y S. Salas-Morales, 2003b, An outline of our current knowledge on Mexican Cycads (Zamiaceae, Cycadales), *Current Topics in Plant Biology* 4: 159-174.
- VOVIDES, A. P., S. Avendaño, M.A. Pérez-Farrera y J. González-Astorga, 2008, A new species of *Ceratozamia* (Cycadales, Zamiaceae) from Veracruz, Mexico, *Novon* 18: 109-114.
- VOVIDES, A.P., J.R. Etherington, P. Quentin Dresser, A. Groenhof, C. Iglesias y J. Flores Ramirez, 2002a, CAM-cycling in the cycad *Dioon edule* Lindl. in its natural tropical deciduous forest habitat in central

- Veracruz, Mexico, *Botanical Journal of the Linnean Society* 138: 155-162.
- VOVIDES, A.P., C. Iglesias, M.A. Pérez-Farrera, M. Vázquez Torres y U. Schippmann, 2002b, Peasant nurseries: A concept for an integrated conservation strategy for cycads in Mexico, en M. Maunder, C. Clubbe, C. Hankamer y M. Groves (eds.), *Plant Conservation in the Tropics: perspectives and practice*, Royal Botanic Gardens, Kew: 421-444.
- VOVIDES, A.P. y C.G. Iglesias, 1994, An integrated conservation strategy for the cycad *Dioon edule* Lindl, *Biodiversity and Conservation* 3: 137.
- VOVIDES, A.P. y C.M. Peters, 1987, *Dioon edule*: la planta más antigua de México, *Ciencia y Desarrollo* XIII(73): 19-24.
- VOVIDES, A.P., J.D. Rees y M. Vázquez Torres, 1983, *Zamiaceae*, en Gómez-Pompa, A. y V. Sosa (eds.), *Flora de Veracruz*, INIREB, fasc. 26: 1-31.
- WHITING, M.G., 1963, Toxicity of cycads, *Economic botany* 17(4): 270-302.
- ZGURSKI, J.M, H.S Rai, Q.M Fai, D.J Bogler, J. Francisco-Ortega y Graham S.W., 2008, How well do we understand the overall backbone of cycad phylogeny? New insights from a large, multigene plastid data set. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 47: 1232-1237.

Angiospermas acuáticas



Antonio Lot Helgueras
Martha Olvera García

INTRODUCCIÓN

Se estima que más del 50 % de las especies registradas como angiospermas acuáticas estrictas para México, se distribuyen en el estado de Veracruz. Sin embargo, hay que tomar en cuenta los continuos cambios en la información referente a la flora acuática, según se incorporan nuevas colecciones y se incrementan estudios florísticos en las diferentes entidades políticas y regiones naturales del país, así como revisiones taxonómicas.

Veracruz, junto con Oaxaca, Chiapas y el Estado de México, es de los estados de la República Mexicana con el mayor número de taxones reconocidos a la fecha, con representantes de plantas vasculares acuáticas o hidrófitas (Lot, 2004a; Lot y Zepeda, en prensa).

La presente contribución abordará centralmente a las familias de angiospermas acuáticas estrictas, es decir aquellas que incluyen exclusivamente especies de plantas vasculares que viven y crecen en el agua y que, por lo tanto, dependen de dicho medio para

realizar su ciclo de vida. Colateralmente se mencionarán otras especies de hidrófitas de familias mayormente terrestres que constituyen elementos importantes de la vegetación acuática de Veracruz. En el cuadro 1 se presentan las familias y el número de géneros y especies registrados para el estado de Veracruz.

AMBIENTES ACUÁTICOS

El estado de Veracruz, con su amplio territorio y posición geográfica, presenta una gran variedad de ecosistemas y hábitats acuáticos. Por un lado el sistema hidrográfico cuenta con doce grandes cuencas, entre las que sobresalen los ríos Pánuco, Tuxpan, Actopan, Jamapa, Blanco, Papaloapan, Coatzacoalcos y Tonalá, que sumados a la topografía característica de naturaleza accidentada, con altitudes (como el Citlaltépetl con 5 747 msnm) que descienden de oeste a este, hasta alcanzar la línea de mar en la planicie costera, forman a su paso innumerables tipos de

humedales de agua dulce, así como esteros y lagunas comunicadas con la parte oceánica. Además, destaca el sistema arrecifal veracruzano al frente del Puerto de Veracruz y porciones cercanas a la costa de Tuxpan que, junto con los bajos arrecifales de la región Caribe mexicana, constituyen los ecosistemas marinos someros más importantes del país.

VEGETACIÓN ACUÁTICA Y SUBACUÁTICA

Paralelamente a la diversidad de humedales se presenta una gran variedad de comunidades y formas de vida propias de las hidrófitas. Para el estado de Veracruz, se reconocen más de 13 nombres vernáculos para distinguir las principales comunidades propias de los humedales (Lot, 1991). Este dato da una idea de la percepción popular y su correspondencia con la tipificación científica de la vegetación y del paisaje lacustre, palustre y costero.

CUADRO 1. Familias acuáticas estrictas del estado de Veracruz

FAMILIAS	GÉNEROS	ESPECIES
MONOCOTILEDÓNEAS		
Alismataceae	2	9
Cymodoceaceae	2	3
Hydrocharitaceae	5	6
Lemnaceae	3	5
Limnocharitaceae	1	1
Mayacaceae	1	1
Najadaceae	1	3
Pontederiaceae	3	8
Potamogetonaceae	2	4
Ruppiaceae	1	1
Typhaceae	1	2
Zannichelliaceae	1	1
DICOTILEDÓNEAS		
Cabombaceae	2	2
Ceratophyllaceae	1	2
Menyanthaceae	1	1
Nelumbonaceae	1	1
Nymphaeaceae	2	6
Podostemaceae	3	4
Total: 18	33	60

Los elementos florísticos que componen la vegetación acuática y subacuática, incluyen tanto plantas vasculares herbáceas como leñosas, propias de cuerpos de agua continentales, salobres y marinos. Es decir, esta gran unidad de vegetación está representada por un gran número de comunidades que van desde los pastos marinos o ceibadales, los popales, los ayacastales (figura 1) y los tulares, hasta los matorrales o zarzales, y desde los manglares, los palmares y los bosques riparios hasta las selvas inundables. En el cuadro 2, se presentan algunas de las principales comunidades y los tipos de vegetación a los que corresponden, así como su equivalencia nomenclatural con otras clasificaciones sobre los tipos de vegetación de México.



FIGURA 1. Paisaje de un “ayacastal” al final de la fructificación de *Nelumbo lutea*, ocupado por plantas acuáticas libre flotadoras con *Eichhornia crassipes* (“lirio” o “reina del agua”) en primer plano, y *Pistia stratiotes* (“lechuga de agua”) en segundo plano (Foto: Gonzalo Castillo Campos).

En este trabajo no se describen los tipos de vegetación y sus comunidades, sólo se mencionarán a partir de algunas especies importantes ecológicamente, en su tratamiento por familia, que es la parte principal del presente capítulo. Al respecto, se recomienda la consulta de una publicación reciente (Lot, 2004b) en la

CUADRO 2. Vegetación acuática y subacuática de Veracruz/tipos de comunidades*

GRANDES UNIDADES	FORMACIONES LEÑOSAS	TIPOS EQUIVALENTES
Bosque ribereño	bosque de sabinos <i>Taxodium mucronatum</i> bosque de haya <i>Platanus mexicana</i> bosque de sauces <i>Salix chilensis</i> bosque de palo de agua <i>Astianthus viminalis</i>	bosque de galería (1) bosque caducifolio (2, 4)
Selva alta-mediana ribereño	selva de bari <i>Calophyllum brasiliense</i> apompal <i>Pachira aquatica</i> selva de <i>Andira galeotiana</i>	bosque tropical subcaducifolio (1) selva alta o mediana subcaducifolia (2) selva alta subperennifolia (4)
Selva baja inundable	selva de <i>Annona glabra</i>	bosque tropical caducifolio (1) selva baja caducifolia (2, 4)
Manglar	comunidades de mangle rojo, blanco, negro y botoncillo	vegetación acuática y subacuática (1) manglar (2, 4)
Palmar inundable	tasistal de <i>Acoelorrhaphe wrightii</i>	palmar (4)
Matorral inundable	zarzal de <i>Mimosa pigra</i> mucal de <i>Dalbergia brownei</i> matorral de <i>Cephalanthus occidentalis</i>	matorral espinoso (4)
FORMACIONES HERBÁCEAS		
Hidrófitas enraizadas emergentes	popal de <i>Thalia-Pontederia</i> carrizal de <i>Phragmites australis</i> tular de <i>Typha domingensis</i>	vegetación acuática y subacuática (1) vegetación acuática con plantas fijas al suelo con partes aéreas (4) popal (2) carrizal (2) tular (2)
Hidrófitas enraizadas de hojas flotantes	ayacastal de <i>Nelumbo lutea</i> agrupación de <i>Nymphaea ampla</i>	vegetación acuática y subacuática (1) vegetación de bajos inundables (3) vegetación acuática con hojas flotantes (4)
Hidrófitas enraizadas sumergidas	jacintal de <i>Eichhornia crassipes</i> agrupaciones de <i>Pistia</i> , <i>Salvinia</i> y <i>Lemna</i> Ceibadal de <i>Thalassia syringodium</i> y <i>Halodule</i> agrupación de <i>Ruppia maritima</i> agrupación de <i>Vallisneria americana</i>	vegetación acuática y subacuática (1) vegetación de bajos inundables (3) vegetación acuática flotantes (4) Vegetación acuática y subacuática (1) vegetación marina (4)
Hidrófitas libres flotadoras		

* Basado en Lot, 1991; (1) Rzedowski, 1978; (2) Miranda y Hernández, 1963; (3) Miranda, 1952; (4) Gómez-Pompa, 1973.

que se hace referencia a la gran diversidad de comunidades herbáceas y leñosas de humedales del Golfo de México, referencia que ubica en un contexto geográfico más amplio al estado de Veracruz.

FAMILIAS DE ANGIOSPERMAS ACUÁTICAS ESTRICTAS DE VERACRUZ

A continuación se presentan en secuencia alfabética, agrupadas en dos grandes grupos de plantas, que inicia con las monocotiledóneas y continúa con las dicotiledóneas.

MONOCOTILEDÓNEAS

Alismataceae

En los humedales dulceacuícolas de Veracruz se distribuyen los dos géneros presentes para México. *Echinodorus*, taxón de amplia distribución, de regiones cálido-húmedas del continente americano, principalmente en Sudamérica tropical, con seis especies para Veracruz, y *Sagittaria* con tres especies (figura 2). La subespecie (*fluitans*) de *Echinodorus cordifolius* es considerada vulnerable por la disminución de sus poblaciones y las escasas colecciones; además de Veracruz sólo se ha registrado del estado de Campeche. Esta especie es conocida ampliamente con el nombre de *E. ovalis* (Haynes, 1984; Lot y Novelo, 1994; Lot *et al.*, 1999). La contaminación y reducción acelerada del hábitat de *E. tenellus*, la marcan como especie vulnerable y amenazada de extinción para México. Para la República Mexicana esta especie sólo se ha registrado en Veracruz.

Cymodoceaceae

Familia integrada por géneros de hábitats marinos, particularmente de las zonas someras de arrecifes

coralinos y lagunas costeras. El tipo de vegetación que integran en su conjunto, se conoce localmente como ceibadal, que significa cama del mar y que corresponde a la agrupación denominada universalmente: praderas o comunidades de pastos marinos (Lot *et al.*, 1993; Ramos *et al.*, 2004). La familia está representada por los dos géneros registrados para México con 3 especies: *Halodule beaudettei*, *H. wrightii* y *Syringodium filiforme*; la primera es una especie relativamente rara, que se ha registrado para Veracruz en la reserva ecológica de La Mancha. *H. wrightii*, por el contrario, es una especie de amplia distribución en los bajos arrecifales y lagunas costeras del Pacífico mexicano, Golfo de México y Caribe mexicano, además de que se encuentra en las Antillas, Asia, África y Australia.



FIGURA 2. “Tular” con la elegante flor de *Sagittaria lancifolia*, hidrófita emergente de hojas en forma de lanza (Foto: Gonzalo Castillo Campos).

Hydrocharitaceae

Familia de plantas con especies muy interesantes por incluir. Son especies totalmente sumergidas, algunas con sus procesos de polinización por debajo de la

superficie del agua, y están representadas por fanerógamas marinas de arrecifes coralinos; crecen hasta 30 m de profundidad, como las especies del género *Halophila* de lagunas y ríos; como *Vallisneria* y por especies introducidas que tienden a comportarse como malezas invasoras que sustituyen a la flora nativa; como *Egeria*, que además es ampliamente cultivada y utilizada por acuaristas. En esta familia también se encuentra el pasto marino más importante de las regiones tropicales del mundo, representado en el occidente tropical del Atlántico por la especie *Thalassia testudinum* (figura 3); sus comunidades (ceibadales) tienen valores muy altos de biodiversidad y sostienen a una gran variedad de invertebrados y formas juveniles de vertebrados. La reciente incorporación de una colección de *Hydromystria laevigata*, hidrófita enraizada o libre flotadora, es una clara indicación de que, como esta especie, debe haber otras aún no registradas para Veracruz.



FIGURA 3. Detalle del fruto de *Thalassia testudinum*, pasto marino dominante de los “ceibadales” tipo de vegetación sumergida de los arrecifes de Veracruz (Foto: Antonio Lot).

Lemnaceae

De las 15 especies registradas para México, sólo se reconocen cinco para Veracruz, lo que nos indicaría una aparente baja riqueza, pero que en realidad explica una pobre exploración de campo y, sobre todo, de escasas colecciones. Esto se debe a la dificultad para colectar y sobre todo preparar un ejemplar de calidad que pase a formar parte de la colección en un herbario (Lot, 1990). Otro elemento que nos refiere su posible falta de exploración, es el hecho de que Veracruz cuenta con tres de los cuatro géneros registrados para México. Es una familia de amplia distribución en ambientes dulceacuícolas, desde las planicies costeras hasta más de 3 000 msnm. Sus integrantes constituyen la familia de angiospermas más pequeñas en talla que se conoce en el mundo. *Wolffia* es el género más diminuto conocido entre las plantas con flores, sus inflorescencias miden menos de 1 mm.

Limnocharitaceae

Limnocharis flava es una hidrófita enraizada emergente que crece abundantemente en los ambientes dulceacuícolas donde se encuentra (figura 4). Sin embargo, su distribución en México es disyunta, pues sólo se ha registrado en la vertiente del Pacífico, en las partes bajas de Sinaloa y Sonora y, hacia la vertiente del Golfo de México, solamente en Veracruz. Es un caso curioso de distribución ya que presenta un mecanismo que favorece la dispersión por las diásporas aladas que fácilmente se adhieren a los animales, principalmente aves acuáticas.

Mayacaceae

Familia monogenérica con una sola especie en México, *Mayaca fluviatilis*, de las orillas de arroyos y lagunas limpias de Chiapas, Michoacán, Nayarit y

Tabasco. Para Veracruz, esta especie se consideró hasta hace algunos años, como posiblemente en extinción, ya que la única colección que la registró por más de un siglo fue una colecta de Pringle de 1903 en las cercanías de Xalapa. Sin embargo, J. Calzada la vuelve a coleccionar en Tonayán a 1 600 msnm. De cualquier forma sus poblaciones se encuentran amenazadas de extinción por la contaminación y modificación del hábitat de la especie.



FIGURA 4. *Limnocharis flava*, planta acuática delicada, enraizada, emergente, con semillas que son dispersadas por las aves (Foto: Gonzalo Castillo Campos. Archivo fot. 150 432).

Najadaceae

En Veracruz se encuentra representada por las tres especies registradas para México. *Najas guadalupensis* var. *guadalupensis*, de amplia distribución y adaptada a una gran variedad de ambientes que van desde lagunas, arroyos, ríos, zanjas y terrenos inundados en condiciones de agua dulce, hasta humedales salobres y alcalinos. En Veracruz se le conoce popularmente como sargazo, y al ser favorecida por el hombre puede convertirse en una maleza sumergida difícil de controlar. *Najas marina* es propia de estuarios, pero puede desarrollarse en terrenos con-

tinenciales inundados de origen salobre. Sin embargo, junto con la especie *N. wrightiana* son consideradas raras por las pocas colecciones para Veracruz.

Pontederiaceae

Familia importante desde el punto de vista ecológico e interesante fitogeográficamente. En el continente americano se concentra cerca del 70 % de los géneros y México participa con tres géneros y 15 especies, compartiendo con otras regiones como la amazónica y la centroamericana la mayor diversidad (Novelo, 1996). En Veracruz se han registrado los tres géneros con ocho especies. Las dos especies del género *Pontederia* están representadas en el estado: *P. rotundifolia*, con pocas colectas, localizadas todas en el Salto de Eyipantla, y *P. sagittata* con una amplia distribución en ambientes dulceacuícolas a lo largo de todo el estado de Veracruz, como elemento florístico importante del tipo de vegetación denominado “popal”. Están representadas seis especies del género *Heteranthera*. Como elemento sudamericano naturalizado sobresale *Eichhornia crassipes* (figura 5).

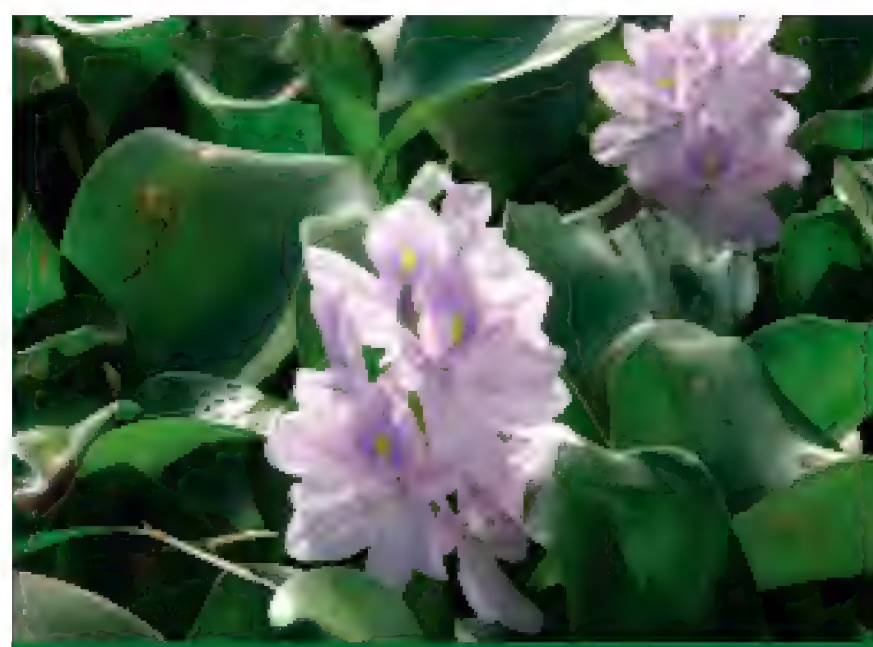


FIGURA 5. Flor del “lirio” o “reina del agua” (*Eichhornia crassipes*). Especie de planta acuática libre flotadora que domina y sustituye a elementos de la flora nativa de extensos humedales costeros (Foto: Gonzalo Castillo Campos).

Potamogetonaceae

Las especies de esta familia, forman importantes comunidades sumergidas en diversos ambientes de agua dulce y salobre, que constituyen el refugio más importante de la fauna acuática de ríos, lagunas, estanques y canales. Las especies *Potamogeton foliosus* y *Stuckenia pectinata* son conocidas por el uso local entre los pescadores para cubrir y mantener fresco el pescado durante su travesía en las embarcaciones y en los mercados (González, 1989).

Ruppiaceae

Familia monogenérica de distribución cosmopolita. La especie *Ruppia maritima* se distribuye ampliamente como hidrófita enraizada sumergida en lagunas costeras, esteros y lagos salobres continentales. Sus poblaciones son importantes como recurso alimentario y refugio de aves acuáticas marinas y como recurso nutricional de numerosos invertebrados acuáticos.

Typhaceae

Las dos especies que se conocen de México, se encuentran en Veracruz. Sin embargo, la especie *Typha latifolia* ha sido registrada por una sola colecta de Alojojuca a 1 350 m de altitud, a diferencia de *T. domingensis* de amplia distribución en humedales costeros y en lagos y pantanos hasta 600 msnm. Esta especie es el elemento dominante que forma un tipo de vegetación conocido popularmente como tular. Este tipo de formación constituye junto con el popal, las unidades de vegetación acuática de herbáceas emergentes (de tres metros de altura), más significativas en los humedales veracruzanos.

Zannichelliaceae

Por su distribución, cercanamente cosmopolita a un plano mundial, se esperaría que tuviera una amplia distribución en los humedales mexicanos; sin embargo, la especie *Zannichellia palustris*, debe ser considerada como rara e indicadora de los cambios que en las últimas décadas han contaminado y fragmentado la mayoría de los hábitats, donde anteriormente crecía junto con otras hidrófitas sumergidas. De Veracruz sólo se conoce una colección del municipio de Altotonga de hace más de tres lustros.

DICOTILEDÓNEAS

Cabombaceae

Cabomba palaeformis es una hidrófita enraizada sumergida con algunas hojas flotantes que habita las lagunas y canales dulceacuícolas cercanos a la costa. En Veracruz se le conoce como pasilla y se ha recolectado desde la frontera con Tamaulipas hasta cerca del límite con Tabasco. Es una especie apreciada como planta decorativa en los acuarios y estanques donde se cultivan peces. La especie *Brasenia schreberi* es una especie rara de distribución esporádica que se registra por primera vez para Veracruz de una sola colecta de J. Calzada en 1981 de la localidad de Banderilla.

Ceratophyllaceae

Familia monogenérica representada por las dos especies de *Ceratophyllum* registradas para México. Las dos presentan la forma de vida libre sumergida y sólo *C. demersum* se distribuye ampliamente en gran variedad de ambientes dulceacuícolas de baja corriente, desde los humedales costeros hasta los 250 m de altitud. En cambio *C. muricatum* es más rara.

Menyanthaceae

Familia representada por un género y dos especies en México. En Veracruz es relativamente abundante la especie *Nymphoides indica* que se distribuye desde los humedales de la planicie costera hasta estanques, presas y charcas a los 1 000 m de altitud. Esta planta enraizada de hojas flotantes es conocida en el estado como lirio. Es una planta con interés ornamental potencial, por la abundante floración desde marzo a fines de septiembre, la textura aterciopelada de los pétalos y, en general, la belleza de sus hojas color verde intenso que recuerdan a las nimfáceas.

Nelumbonaceae



FIGURA 6. Acercamiento del fruto con semillas del “malacate” *Nelumbo lutea*, planta acuática de importancia ornamental y alimentaria (Foto: Gonzalo Castillo Campos).

Familia monogénica de regiones tropicales representada por dos especies, una de China a Australia y la otra de las Antillas, México, Centroamérica y suroeste de Estados Unidos. *Nelumbo lutea*, conocida vulgarmente en Veracruz como flor de agua amarilla, malacate y pulul, es una hidrófita enrai-

zada de hojas flotantes y emergentes, que aunque localmente puede crecer masivamente un año, al siguiente puede no encontrarse, por lo que se considera una especie rara, ya que la dimensión de sus poblaciones está sujeta a riesgo y pueden pasar a la categoría de vulnerables. Es importante señalar que sus semillas son comestibles (figura 6).

Nymphaeaceae

Es la familia acuática estricta con la mayor riqueza de especies en Veracruz y representada con los dos géneros registrados para México. Se han determinado seis de las 12 especies que crecen en México. *Nuphar luteum* subsp. *Macrophyllum* a diferencia del género *Nymphaea*, presenta dos variantes en su forma de vida: hidrófita enraizada emergente y de hojas flotantes, especie rara, registrada por una sola colecta en el río Tamesí, limítrofe con Tamaulipas. *Nymphaea ampla* es la especie más común y abundante (figura 7), con diversos nombres vernáculos, crece en ambientes dulceacuícolas y en ocasiones invade lagunas salobres cerca de manglares. Al igual que otras especies de nimfáceas tiene un valor ornamental importante en Veracruz. Entre las otras especies, son notables de mención, *N. amazonum*, *N. jamesoniana* y *N. prolifera* por su floración nocturna; esta última sólo había sido registrada para Veracruz (Olvera y Lot, 1991), pero recientemente se ha recolectado de Tabasco (Bonilla, 2000).

Podostemaceae

En Veracruz está representada por tres géneros con cuatro especies. Es una familia de fanerógamas que por su forma de vida (hidrófita enraizada sumergida) y los hábitats donde crece: saltos de agua, rápidos y cascadas, es única en el mundo. Se distribuye ampliamente en las regiones tropicales bajas y, en menor proporción, invade zonas de mayor altitud

(2 000 m) con clima templado, con gran número de taxones endémicos restringidos a pequeñas áreas geográficas (Philbrick y Novelo, 1995). Para Veracruz se registran dos especies de *Marathrum*, la especie *Tristicha trifaria* que es la más abundante y *Podostemum ricciforme*, endémica de México, que se distribuye también en Oaxaca, Puebla y Tabasco (Novelo y Philbrick, 1997).



FIGURA 7. *Nymphaea ampla*, hidrófita enraizada de hojas flotantes muy abundante en lagunas, ríos y hábitats dulceacuícolas debajo de los 100 msnm (Foto: Gonzalo Castillo Campos).

RIQUEZA Y CONSERVACIÓN

El estado de Veracruz, por su posición geográfica y variedad de ambientes acuáticos, es un territorio muy importante para el mantenimiento de la biodiversidad y continuidad de un área fitogeográficamente mayor, y de contacto con un número importante de provincias florísticas de México (Lot, 1991). En otras palabras, Veracruz funciona como un corredor biogeográfico significativo en el continente. Por un lado, es importante en la diversidad genética de las poblaciones nativas y, por otro, en la proliferación de especies introducidas invasoras que pueden convertirse en malezas,

con el riesgo de sustituir a la flora rica en especies nativas.

Hace 15 años se tenía registrado para Veracruz 17 familias en 28 géneros con 40 especies de angiospermas acuáticas estrictas (Lot, 1991). En el presente, con la nueva información disponible, encontramos 18 familias con 33 géneros y 60 especies. Estos datos claramente nos siguen señalando que son valores relativos de la riqueza de especies y formas biológicas; en consecuencia, una exploración con mayor profundidad puede modificar estas cifras en cuanto a la riqueza de taxones de un estado tan diverso ecológicamente. Esta nueva información coloca al estado de Veracruz como la entidad con la mayor diversidad de hidrófitas, por encima de Oaxaca, sin embargo, no debe arribarse a conclusiones precipitadas, ya que dicho estado se encuentra aún menos explorado que Veracruz (Lot, 2004a).

Para tener una idea de la riqueza de angiospermas acuáticas de la flora y de la vegetación, hay que considerar adicionalmente entre 30 y 50 hidrófitas pertenecientes a otras familias mayormente representadas por especies terrestres. Ejemplos de estas familias son Cyperaceae, Lentibulariaceae, Onagraceae, Poaceae, Polygonaceae, Scrophulariaceae y Umbelliferaceae. Este conjunto natural de formas de vida adaptadas a crecer en ambientes exclusivamente acuáticos, nos indica que con seguridad existen más de 100 especies de plantas herbáceas en los humedales veracruzanos.

La vegetación subacuática y las formas tolerantes conformarían otro conjunto de plantas, difícil de definir, pero que se suman a las hidrófitas estrictas y son una parte importante del paisaje lacustre y palustre, representado por variadas comunidades y asociaciones presentes desde los potreros inundables hasta los bordes de selvas. Inicialmente han sido identificados, de este gran conjunto de especies acuáticas, subacuáticas y tolerantes, 115 géneros de plantas herbáceas y leñosas, como los componentes de la flora vascular acuática de Veracruz (Lot, 1991).

CUADRO 3. Hidrófitas estrictas del estado de Veracruz

FAMILIA/ESPECIES	FORMA DE VIDA	FAMILIA/ESPECIES	FORMA DE VIDA
Alismataceae		Potamogetonaceae	
<i>Echinodorus andrieuxii</i> (Hook. et Arn.) Small	hee	<i>Potamogeton foliosus</i> Raf.	hes
<i>Echinodorus berteroi</i> (Sprengel) Fassett	hee	<i>Potamogeton illinoensis</i> Morong	hes
<i>Echinodorus grandiflorus</i> (Cham. et Schdl.) M. Micheli	hee	<i>Potamogeton nodosus</i> Poir.	hef
<i>Echinodorus paniculatus</i> M. Micheli	hee	<i>Stuckenia pectinata</i> (L.) Börner	hes
<i>Echinodorus tenellus</i> (C. Martius) Buchenau	hee		
<i>Sagittaria guayanensis</i> Kunth subsp. <i>guayanensis</i>	hef	Ruppiaceae	
<i>Sagittaria lancifolia</i> L. subsp. <i>media</i> (M. Micheli) Bogin	hee	<i>Ruppia maritima</i> L.	hes
<i>Sagittaria latifolia</i> Willd.	hee		
Cymodoceaceae		Typhaceae	
<i>Halodule beaudettei</i> (Hartog) Hartog	hes	<i>Typha domingensis</i> Pers.	hee
<i>Halodule wrightii</i> Asch.	hes	<i>Typha latifolia</i> L.	hee
<i>Syringodium filiforme</i> Kütz.	hes		
Hydrocharitaceae		Zannichelliaceae	
° <i>Egeria densa</i> Planch.	hes	& <i>Zannichellia palustris</i> L.	hes
<i>Halophila decipiens</i> Ostenf. var. <i>pubescens</i> Hartog	hes		
<i>Halophila engelmannii</i> Asch.	hes	Cabombaceae	
<i>Hydromystris laevigata</i> (Humb. et Bonpl. ex Willd.) Hunz.	hlf/hee	<i>Cabomba palaeformis</i> Fassett	hes
<i>Thalassia testudinum</i> Banks et Solander ex König	hes	<i>Brasenia schreberi</i> Gmelin	hes
<i>Vallisneria americana</i> Michaux	hes		
Lemnaceae		Ceratophyllaceae	
<i>Lemna aequinoctialis</i> Welw.	hlf	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	hls
<i>Lemna gibba</i> L.	hlf	<i>Ceratophyllum muricatum</i> Cham.	hls
<i>Spirodela polyrrhiza</i> (L.) Schield.	hlf		
<i>Wolffiella lingulata</i> (Hegelm.) Hegelm.	hls	Menyanthaceae	
<i>Wolffiella oblonga</i> (Phil.) Hegelm.	hls	* <i>Nymphoides fallax</i> Ornduff	hef
Limnocharitaceae			
<i>Limnocharis flava</i> (L.) Buchenau	hee	Nelumbonaceae	
		<i>Nelumbo lutea</i> (Willd.) Pers.	hef/hee
Mayaceae			
<i>Mayaca fluviatilis</i> Aublet	hes/hee	Nymphaeaceae	
		<i>Nuphar luteum</i> subs., <i>macrophyllum</i> (Small) E. Beal	hef/hee
Najadaceae		<i>Nymphaea amazonum</i> Mart. et Zucc. subsp. <i>amazonum</i> Wiersema	hef
<i>Najas guadalupensis</i> (Spreng.) Magnus	hes	<i>Nymphaea ampla</i> (Salisb.) DC.	hef
<i>Najas marina</i> L.	hes	<i>Nymphaea conardii</i> Wiersema	hef
<i>Najas wrightiana</i> A. Braun	hes	<i>Nymphaea jamesoniana</i> Planchon	hef
		<i>Nymphaea prolifera</i> Wiersema	hef
Pontederiaceae			
° <i>Eichhornia crassipes</i> (C. Mart.) Solms	hlf	Podostemaceae	
<i>Heteranthera dubia</i> (Jacq.) MacMill.	hes	<i>Marathrum schiedeanum</i> (Cham.) Tul	hes
<i>Heteranthera limosa</i> (Sw.) Willd.	hee	<i>Marathrum tenue</i> Liebm.	hes
<i>Heteranthera peduncularis</i> Benth.	hetp	* <i>Podostemum ricciforme</i> (Liebm.) P. Royen	hes
<i>Heteranthera reniformis</i> Ruiz et Pav.	hetp	<i>Tristicha trifaria</i> (Bory ex Willd.) Spreng.	hes
<i>Heteranthera rotundifolia</i> (Kunth) Griseb	hetp		
<i>Pontederia rotundifolia</i> L.f.	hetp		
<i>Pontederia sagittata</i> C. Presl	hee		

* especie endémica de México; * especie endémica (Megaméxico II y III**); & especie vulnerable; ° especie introducida
hee= hidrófita enraizada emergente; hef= hidrófita enraizada de hojas flotantes; hes= hidrófita enraizada sumergida; hlf= hidrófita libre flotadora; hetp= hidrófita de tallos postrados
** Rzedowski (1998)



FIGURA 8. El género *Nymphaea*, representante de la familia (Nymphaeaceae) más importante desde el punto de vista de la horticultura de jardines acuáticos y, en riesgo latente de extinción (Foto: Gonzalo Castillo Campos).

EXTINCIÓN Y PÉRDIDA DE LA BIODIVERSIDAD

Del conjunto de taxones considerados, llama la atención que algunas especies de amplia distribución en el mundo, se encuentren en Veracruz como plantas raras, amenazadas y en peligro de extinción; muchos casos se registran como especímenes de una sola localidad o de colecciones antiguas provenientes de localidades que han desaparecido o que se han modificado como hábitats acuáticos. De estos casos podemos mencionar, entre las formas sumergidas, a *Zannichellia palustris*, *Mayaca fluviatilis*, *Najas marina* y *N. wrightiana*; como formas emergentes, a *Typha latifolia* y *Nuphar luteum*, que en conjunto forman además importantes tipos de vegetación acuática. La mayoría de los elementos que componen las familias Nymphaeaceae (figura 8) y Podostemaceae, conforman un grupo altamente amenazado de extinguirse de Veracruz, principalmente por el manejo de grandes humedales orientados a la ganadería o al aprovechamiento forestal. En el cuadro 3 se sintetiza la información conocida de las hidrófitas presentes en Veracruz, en cuanto a sus formas de vida, endemismo, vulnerabilidad e introducciones.

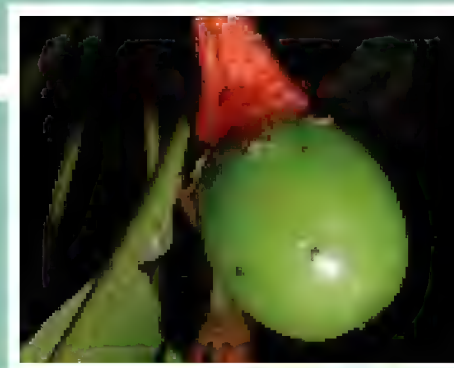
La compleja interrelación de los factores abióticos y de los elementos bióticos de un territorio tan diverso en ecosistemas terrestres y acuáticos como Veracruz, amplifica, finalmente, el problema de extinción de las especies nativas de la flora y en muchos casos de comunidades completas (Lot, 1991).

LITERATURA CITADA

- BONILLA, B.J., 2000, *Sistemática del género Nymphaea (Nymphaeaceae) en México*, tesis de doctorado, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 122 pp.
- GÓMEZ-POMPA, A., 1973, Ecology of the vegetation of Veracruz, en A. Graham. (ed.), *Vegetation and Vegetational History of northern Latin America*, Elsevier, Ámsterdam, pp. 75-148.
- GONZÁLEZ, M., 1989, El género *Potamogeton* (Potamogetonaceae) en México, *Acta Botánica Mexicana* 6: 1-43.
- HAYNES, R.R., 1984, Alismataceae. *Flora de Veracruz*. Fascículo 37. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Xalapa, Ver., 20 pp.
- LOT, A., 1990, Técnicas especiales de recolección y preparación de ejemplares de grupos selectos de plantas acuáticas vasculares, en A. Lot y F. Chiang (comps.), *Manual de Herbario*. Publicación del Consejo Nacional de la Flora de México, A.C. pp. 87-92.
- , 1991, *Vegetación y flora vascular acuática del estado de Veracruz*, tesis de doctorado, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 226 pp.
- LOT A., A. Novelo y P. Ramírez, 1993, Diversity of mexican aquatic vascular plant flora, en T.P. Ramamoorthy *et al.* (eds.), *Biological Diversity of Mexico: origins and distributions*, Oxford University Press, Nueva York, pp. 577-594.
- LOT A. y A. Novelo, 1994, Alismatacea en G. Davidse, M. Sousa y A. Charter (eds.), *Flora Mesoamericana*, vol. VI, pp. 3-8.
- LOT A., A. Novelo, M. Olvera y P. Ramírez, 1999, *Catálogo de angiospermas acuáticas de México: hidrófitas*

- estricas emergentes, sumergidas y flotantes*. Serie Cuadernos 33, Instituto de Biología, UNAM, 161 pp.
- , 2004a, Fanerógamas acuáticas en: A.J. García-Mendoza, M.J. Ordóñez y M. Briones-Salas (eds.), *Biodiversidad de Oaxaca*, Instituto de Biología, UNAM/Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza/World Wildlife Fund. pp. 237- 248.
- , 2004b, Flora y vegetación de los humedales de agua dulce en la zona costera del Golfo de México, en: M. Caso, I. Pisanty y E. Ezcurra (comp.), Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Instituto de Ecología, A.C., Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies, pp. 521-553.
- y C. Zepeda. Plantas vasculares acuáticas, en G. Ceballos y R. List (eds.), *Biodiversidad del Estado de México*, (en prensa).
- MIRANDA, F., 1952, *La vegetación de Chiapas*. Ediciones del Gobierno de Chiapas, México, vols. 1 y 2.
- MIRANDA, F. y X.E. Hernández, 1963, *Los tipos de vegetación de México y su Clasificación*, *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28:29-179.
- NOVELO, R.A., 1996, *Sistemática de la familia Pontederiaceae en México*, tesis de doctorado, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 171 pp.
- NOVELO, R.A. y C.T. Philbrick, 1997, Taxonomy of mexican Podostemaceae. *Aquatic Botany* 57: 275-303.
- OLVERA, M. y A. Lot, 1991, Nuevo registro de *Nymphaea prolifera* (Nymphaeaceae) para México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 51: 93-94.
- PHILBRICK, C.T. y R.A. Novelo, 1995, New World Podostemaceae: ecological and evolutionary enigmas, *Brittonia* 47: 221-222.
- RAMAMOORTHY, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.), *Diversidad Biológica de México: orígenes y distribución*, Instituto de Biología, UNAM, pp. 129-145.
- RAMOS, F., A. Quiroz, P. Ramírez y A. Lot 2004, *Manual de hidrobotánica: muestreo y análisis de la vegetación acuática*, AGT Editor, México, 158 pp.
- RZEDOWSKI, J., 1978, *Vegetación de México*, Limusa, México, 432 pp.
- , 1991, Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México, *Acta Botánica Mexicana* 14: 3-21.

Aguacatillos y especies afines (Lauraceae)



Francisco G. Lorea-Hernández

INTRODUCCIÓN

La familia Lauraceae es un grupo de plantas de las cuales la mayoría son arbóreas o arbustivas que se clasifican en alrededor de 2 500 especies y aproximadamente 50 géneros. Son plantas leñosas que pueden llegar a alcanzar más de 30 m de altura en algunas especies; por lo general tienen hojas alternas (en América), simples y enteras que contienen aceites esenciales; sus flores son pequeñas, usualmente de 3-4 mm de diámetro, poco o nada vistosas por su color verde-amarillo pálido (figura 1), cuyo perianto (envolturas externas de la flor) no está diferenciado en cáliz y corola; los estambres son característicos por sus sacos de polen que abren mediante aletas y no por hendiduras; sus frutos son carnosos (figuras 2 y 3) y contienen una sola semilla relativamente grande. Este grupo de plantas es uno de los más antiguos de las plantas con flores, como lo demuestran los restos del registro fósil, que datan desde hace casi 95 millones de años (Drinnan *et al.*, 1990). A esta familia pertenecen varias especies de

alto valor económico, como la canela (*Cinnamomum verum* J. Presl, originaria de la India) y el aguacate (*Persea americana* Mill., originaria de Mesoamérica).

Las lauráceas se distribuyen principalmente en regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo (Cronquist, 1981; Rohwer, 1993a), desde las tierras bajas hasta más allá de los 3 000 m de altitud, pero son sobre todo abundantes y diversas en los bosques húmedos montanos de altitudes intermedias. En México, la familia cuenta con una representación modesta, pero comprende especies arbóreas importantes en algunas comunidades vegetales. Tal es el caso de los bosques mesófilos y selvas húmedas (Pennington y Sarukhán, 2005; Rzedowski, 1978), donde además las Lauraceae han sido identificadas como una fuente importante de sustento para varios grupos de aves (Wheelwright, 1986; Wheelwright *et al.*, 1984). Se conocen casi 130 especies y 10 géneros de esta familia en el país, lo que representa aproximadamente el 15 % de las especies y el 35 % de los géneros conocidos en Amé-

rica. La diversidad de las lauráceas mexicanas se concentra en los bosques mesófilos de montaña y los tropicales perennifolios, en ese orden y, dado el alto grado de deterioro en estas comunidades vegetales, la permanencia de muchas de nuestras lauráceas se encuentra en serio peligro.



FIGURA 1. Rama con flores de *Ocotea psychotrioides*, especie endémica de México por lo general frecuente en los remanentes de bosque mesófilo de montaña del centro de Veracruz. Puede ser un arbusto bajo o un árbol de hasta 5 m de altura (Foto: Francisco Lorea).



FIGURA 2. Rama con fruto de *Ocotea disjuncta*, especie endémica de México, rara vez presente en los remanentes de bosque mesófilo de montaña del centro de Veracruz. Es un árbol que puede llegar a sobrepasar los 25 m de altura. Su madera es apreciada por sus cualidades de durabilidad y veteado (Foto: Claudia Gallardo).

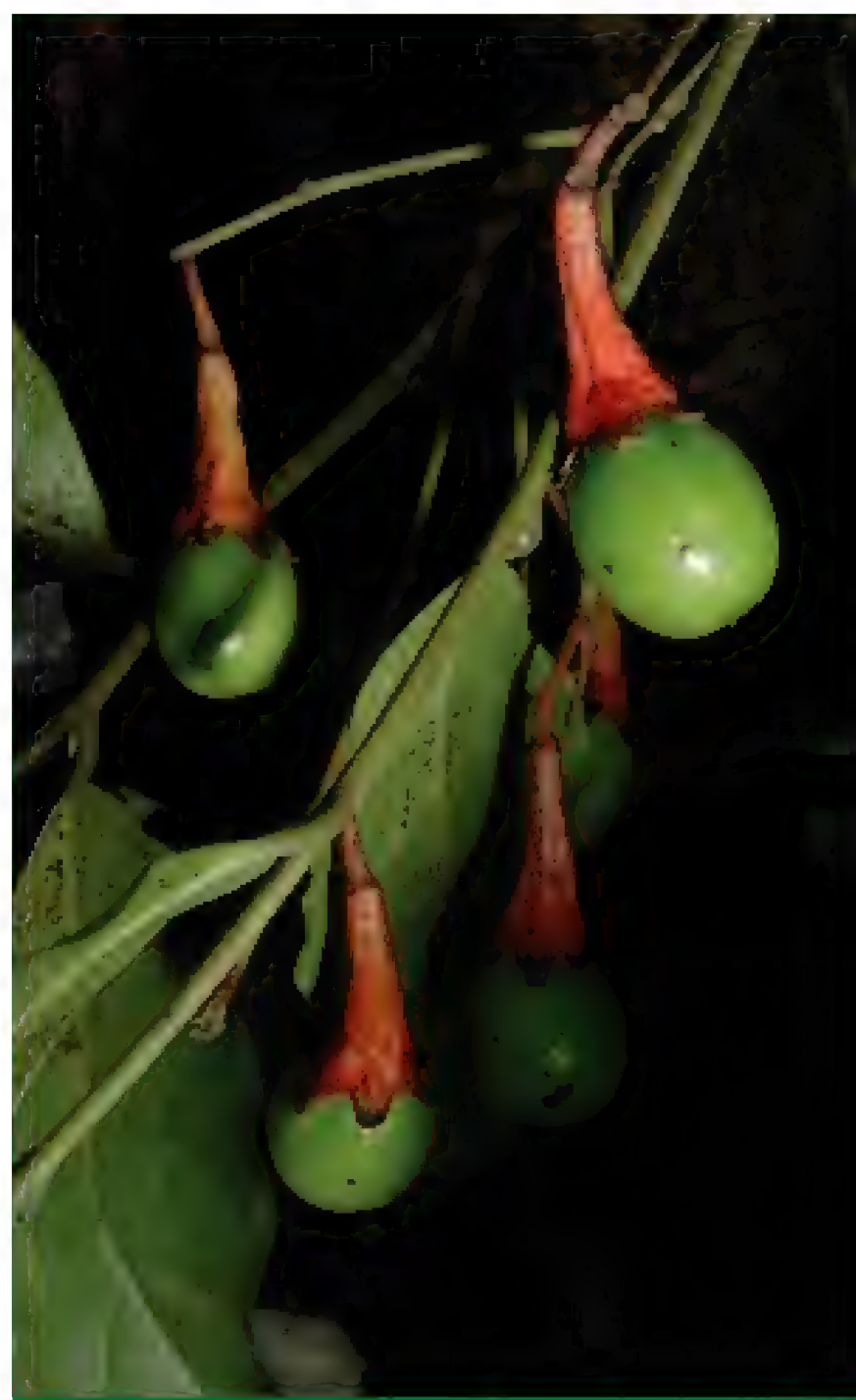


FIGURA 3. Rama con frutos de *Ocotea psychotrioides*. Véase la figura 1 para más datos (Foto: Claudia Gallardo).

LA FAMILIA LAURACEAE EN VERACRUZ

El reconocimiento botánico de la presencia de diferentes especies de lauráceas en Veracruz cuenta con una historia de más de 175 años. Debido al hecho de que la entidad fue por mucho tiempo puerta de entrada y paso obligado para numerosos naturalistas extranjeros, en su camino a la Ciudad de México, una parte importante de la flora y fauna del país se describió a partir de las colectas realizadas en el estado de Veracruz. Antes de 1850, el conocimiento de las lauráceas veracruzanas no pasaba de un regis-

tro de apenas una decena de especies (Nees, 1836). Hacia el fin del siglo XIX, Mez (1889) reconoció la presencia de 18 especies de lauráceas en Veracruz y casi sesenta años después, Allen (1945) documentó la existencia de 22 especies. Con los esfuerzos sostenidos de varias instituciones académicas mexicanas en los últimos treinta años, el conocimiento de la flora de varias regiones del país mejoró y el caso de Veracruz no fue la excepción. Descontando determinaciones incorrectas y sinónimos, en el listado florístico de Veracruz, publicado hace poco más de diez años (Sosa y Gómez-Pompa, 1994), se pueden reconocer 42 especies de lauráceas para la entidad.

Actualmente, con base en el trabajo realizado por el autor, que incluye la revisión crítica de la mayor parte del material conservado en diferentes herbarios mexicanos (CHAPA, ENCB, MEXU, XAL) y extranjeros (BR, F, GH, K, MICH, MO, NY, P, US), así como de la literatura taxonómica reciente (Kurz, 2000; Lorea, 1997; Nishida, 1999; Rohwer, 1986, 1993b; van der Werff 2002a, 2002b), se tiene un registro de 56 especies y nueve géneros en la entidad (apéndice VIII.7), lo que corresponde al 43 % y 90 % de la diversidad de especies y géneros de esta familia a nivel nacional. Así, Veracruz ocupa en el país el tercer sitio en lo que a diversidad de la familia Lauraceae se refiere; lo superan Chiapas y Oaxaca con 77 y 68 especies, respectivamente (Lorea-Hernández, 2002). De acuerdo a la distribución que tienen otras especies en entidades aledañas, es probable que pudieran encontrarse dos especies más del género *Persea* en el estado, en particular de la zona norte, de donde en general existen pocas colectas. Sin embargo, dado el nivel de conocimiento florístico no se espera ya un aumento significativo en nuevos registros de especies para la entidad.

En el cuadro 1 se resume la diversidad de las lauráceas presentes en Veracruz. Los géneros que tienen la mayor representación en Veracruz (*Nectandra*, *Ocotea* y *Persea*), son también los de mayor diversidad en América. De las especies encontradas en Veracruz, 22 (39 %) de ellas son

endémicas a México y de éstas tres se hallan exclusivamente en la entidad, a saber: *Cinnamomum leptophyllum*, *Licaria mexicana* y *Ocotea verticillata*. Este grupo, sumado al de las especies que se encuentran entre el sur de México y Panamá (44 especies en total), ponen de manifiesto el carácter netamente mesoamericano de este conjunto de la flora veracruzana (cuadro 2). Sólo 12 (21.5 %) de las 56 especies veracruzanas, tienen un patrón de distribución que se extiende más allá de Mesoamérica.

CUADRO 1. Resumen de la diversidad de la familia Lauraceae en Veracruz

GÉNERO	NÚMERO DE ESPECIES EN VERACRUZ
<i>Aiouea</i>	1
<i>Beilschmiedia</i>	3
<i>Cassytha</i>	1
<i>Cinnamomum</i>	5
<i>Licaria</i>	7
<i>Litsea</i>	1
<i>Nectandra</i>	12
<i>Ocotea</i>	18
<i>Persea</i>	8

CUADRO 2. Patrones de distribución de las lauráceas de Veracruz.

PATRÓN DE DISTRIBUCIÓN	NÚMERO DE ESPECIES
Endémicas a México	22
Sur de México a Honduras	16
Sur de México a Panamá	6
Sur de México a Sudamérica	5
Sur de México, Sudamérica y Las Antillas	7

En cuanto al hábitat, los tipos de vegetación (*sensu* Rzedowski, 1978) que cuentan con mayor representación de lauráceas en Veracruz son el bosque tropical perennifolio, el bosque mesófilo de montaña y el bosque tropical subcaducifolio con 36, 26 y 18 especies, respectivamente (cuadro 3). Es interesante señalar que en Veracruz, a diferencia de

Chiapas y Oaxaca, los otros dos estados más diversos en lo que respecta a lauráceas, el bosque tropical perennifolio es más diverso que el bosque mesófilo de montaña.

CUADRO 3. Especies de la familia Lauraceae por tipo de vegetación en Veracruz.

TIPO DE VEGETACIÓN	NÚMERO DE ESPECIES
Bosque de coníferas	2
Bosque de encino	12
Bosque de pino-encino	7
Bosque mesófilo de montaña	29
Bosque tropical caducifolio	7
Bosque tropical perennifolio	38
Bosque tropical subcaducifolio	22

A partir de una amplia revisión de herbarios en México y en el extranjero (los mencionados anteriormente) se tiene un total de 1 165 registros de especímenes de lauráceas colectados en Veracruz. De los 212 municipios en el estado, existen colectas de la familia en 132 de ellos; 94 de estos mismos municipios no llegan a diez registros y 68 tienen menos de cinco registros. En el cuadro 4 se presenta a los veinticinco municipios que cuentan con el mayor número de colectas y la cantidad de especies representadas en ellos; puede notarse que el promedio global de colectas va de cinco a menos de dos por especie. Los 25 municipios “mejor colectados” reúnen casi el 60 % de las colectas realizadas en Veracruz, y abarcan cerca del 89 % (49 especies) de la diversidad taxonómica de esta familia en la entidad.

Las especies de lauráceas nativas de Veracruz mejor representadas en los herbarios son *Nectandra salicifolia*, *Litsea glaucescens* y *Persea americana*, en ese orden (cuadro 5). En conjunto, las diez especies de la familia más recolectadas en Veracruz hacen un total de 618 registros, es decir, más de la mitad (53 %) de los 1 165 especímenes revisados para este grupo de plantas en el estado.

CUADRO 4. Los veinticinco municipios que tienen más colectas de lauráceas en Veracruz, y el número de especies representadas en ellos.

MUNICIPIO	NÚMERO DE REGISTROS	ESPECIES REPRESENTADAS
San Andrés Tuxtla	122	24
Catemaco	50	17
Uxpanapa	47	16
Soteapan	40	17
Xalapa	37	8
Yecuatla	31	11
Hidalgotitlán	30	18
Actopan	29	4
Totutla	28	14
Chiconquiaco	24	8
Huayacocotla	24	7
Atzalan	21	9
Misantla	19	11
Papantla	19	5
Puente Nacional	18	4
Tlapacoyan	18	8
Mecayapan	17	7
Orizaba	16	9
Coatepec	14	5
Coatzacoalcos	14	7
Emiliano Zapata	14	3
Zongolica	14	7
Banderilla	13	5
Huatusco	13	4
Juchique de Ferrer	13	6

CUADRO 5. Las diez especies de la familia Lauraceae más colectadas en Veracruz.

ESPECIE	NÚMERO DE COLECTAS
<i>Nectandra salicifolia</i>	177
<i>Litsea glaucescens</i>	92
<i>Persea americana</i>	85
<i>Ocotea psychotrioides</i>	50
<i>Cinnamomum effusum</i>	48
<i>Licaria capitata</i>	44
<i>Ocotea helicterifolia</i>	38
<i>Persea schiedeana</i>	32
<i>Ocotea klotzschiana</i>	26
<i>Ocotea uxpanapana</i>	26

LAS LAURÁCEAS EN NUESTRO ENTORNO

Como ya se mencionó, las especies de esta familia son importantes ecológicamente por varios aspectos, entre los que destacan su importante papel en la estructura de varias comunidades vegetales (poco más de la tercera parte de las especies de Veracruz son árboles que sobrepasan los 15 m de altura), el microhábitat que significan para varias especies de plantas y animales y, de manera sobresaliente, la fuente de alimento que constituyen para varias especies de aves que se distribuyen en Veracruz; entre ellas el tucancillo verde (*Aulacorhynchus prasinus*), el tucán pico iris o multicolor (*Ramphastos sulfuratus*), la tityra carirroja o enmascarada (*Tityra semifasciata*), el papamoscas vientre-amarillo (*Myiodynastes luteiventris*), el mosquero picudo (*Megarhynchus pitangua*) y el zorzal o mirlo gorji-blanco (*Turdus assimilis*), como ha quedado demostrado en otros países (Wheelwright *et al.*, 1984). También cabe señalar la significativa contribución que tienen diferentes especies de lauráceas en la dieta del quetzal (*Pharomachrus mocinno*) que, si bien no es una especie que viva en Veracruz, la relación nos indica la importancia de la conservación del hábitat para mantener algunas especies emblemáticas (Solórzano *et al.*, 2000).

De acuerdo a lo visto en campo y las notas de las etiquetas de herbario, en general las especies de esta familia de plantas no soportan el disturbio, pues en su mayoría son colectadas en manchones de bosque poco alterado o enclaves de difícil acceso con vegetación casi inalterada. Un caso particular es *Nectandra salicifolia*, que si bien no es claramente favorecida por el disturbio, parece resistirlo y crece y permanece a orillas de caminos o acahuals.

En cuanto al uso que se hace de las diferentes especies nativas de esta familia, predomina el de material de construcción local, aunque no se conocen cifras de volumen utilizado por región o por especie. Al menos en las regiones de Tenochtitlán-Misantla-Yecuatla y la de Huatusco-Coatepec-Tlal-

nelhuayocan, es reconocida la calidad de la madera de la “alamanca” (*Ocotea puberula*) y la “vara negra” (*Ocotea disjuncta*; figura 2), respectivamente. Los frutos de *Beilschmiedia anay* (calan o escalan), *Persea americana* (aguacate en sus diversas variedades) y *Persea schiedeana* (chinín o chinine) son consumidos en mayor o menor parte por la población, según la distribución original o la introducción como cultivo en la geografía veracruzana. También es utilizado ampliamente en la cocina como especia, el follaje de *Litsea glaucescens* (laurel). No se conoce un proceso comercial elaborado para ninguna de estas especies, al menos no regionalmente, sólo la venta en mercados locales.

Se ha sugerido desde hace tiempo (Record y Hess, 1942) que todas las especies de lauráceas arbóreas son adecuadas para usos industriales, tanto en la construcción como en la fabricación de muebles de alta calidad e incluso la perfumería. Es probable que en México, y particularmente en Veracruz, existan especies con propiedades comparables a las de maderas de lauráceas muy apreciadas, como el comino de Colombia (*Aniba perutilis* Hemsl.), el kaneelhart o bois canelle de las Guayanas (*Licaria cannella* (Meisn.) Kosterm.), o el imbuia de Brasil (*Ocotea porosa* (Nees & C. Mart.) Barroso), pero hacen falta estudios para averiguar las propiedades físicas de la madera de especies que, como las mencionadas en el párrafo anterior, ya están siendo aprovechadas localmente.

CONSERVACIÓN

Como se explica enseguida, es probable que la mayor parte de las especies de lauráceas nativas de Veracruz se encuentren bajo un acentuado riesgo de extinción, al menos de manera regional. De hecho, es posible que al menos una especie (*Licaria mexicana*, registrada como endémica a Veracruz) ya se haya extinguido, puesto que no ha sido colectada nuevamente desde su descubrimiento en

1919. Esta situación tiene como primera causa el extenso cambio de uso del suelo, que ha sustituido la vegetación original por potreros y tierras agrícolas, dando como resultado una fuerte reducción del tamaño de las poblaciones de este grupo de plantas. Si se comparan los datos proporcionados por el INEGI (2008) sobre la proporción actual de la superficie estatal dedicada a actividades pecuarias y la información sobre este mismo rubro analizada por Flores-Villela y Gerez (1994), se puede ver que ésta se ha incrementado de 1981 a la fecha en casi 16 %, pasando de 54.34 % a 70 %, lo que resulta en una disminución semejante de los ecosistemas naturales. En segundo término, la distribución de varias especies es muy limitada y se conocen de una o pocas colectas, agudizándose el efecto de la transformación de zonas boscosas en áreas de uso agropecuario; tal es el caso en que podrían encontrarse especies como *Cinnamomum amplexicaule*, *C. leptophyllum*, *Nectandra cissiflora*, *N. membranacea*, *Ocotea bernoulliana*, *O. magnifolia*, *O. verticillata* y *Persea pallescens*, además de otras más que se conocen por muy pocas colectas en el estado (cuadro 6).

La NOM-059-SEMARNAT-2001 (*Diario Oficial*, 2001) considera solamente a *Litsea glaucescens* (laurél) como una especie en peligro de extinción a nivel nacional. Aunque su uso es intenso en el centro de México y otras regiones, no se conocen estudios que sustenten tal condición de amenaza para esta especie en el estado de Veracruz. En tanto, la IUCN (2004) registra a *Licaria velutina*, *Ocotea puberula*, *O. uxpanapana*, *Persea liebmannii* y *P. schiedeana* como especies vulnerables, excepto a la segunda que la considera en bajo riesgo. La información de la NOM-059 y la IUCN no debe ser interpretada como la imagen de la situación actual de las especies, es decir, que habría poca especies amenazadas; en realidad lo que muestran es la enorme ausencia de datos y análisis para el resto de las especies, en particular de sus poblaciones dentro del territorio nacional.

CUADRO 6. Especies de Lauraceae pocas veces recolectadas en Veracruz.

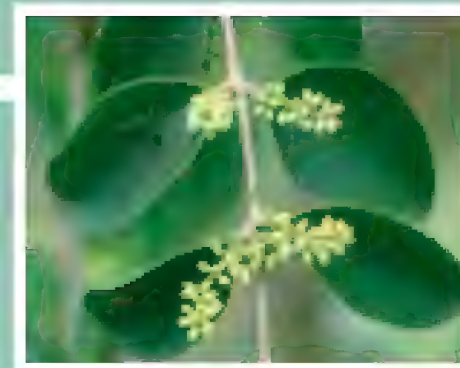
ESPECIE	# DE COLECTAS
<i>Aiouea inconspicua</i>	6
<i>Beilschmiedia anay</i>	7
<i>Beilschmiedia hondurensis</i>	1
<i>Cassytha filiformis</i>	3
<i>Cinnamomum amplexicaule</i>	2
<i>Cinnamomum leptophyllum</i>	2
<i>Cinnamomum pachypodium</i>	5
<i>Licaria campechiana</i>	1
<i>Licaria mexicana</i>	4
<i>Nectandra cissiflora</i>	2
<i>Nectandra colorata</i>	1
<i>Nectandra hihua</i>	4
<i>Nectandra longicaudata</i>	1
<i>Nectandra membranacea</i>	2
<i>Nectandra nitida</i>	7
<i>Nectandra reticulata</i>	5
<i>Ocotea bernoulliana</i>	5
<i>Ocotea disjuncta</i>	3
<i>Ocotea effusa</i>	7
<i>Ocotea heribertoii</i>	1
<i>Ocotea leucoxydon</i>	7
<i>Ocotea magnifolia</i>	1
<i>Ocotea puberula</i>	6
<i>Ocotea tampicensis</i>	2
<i>Ocotea verticillata</i>	7
<i>Persea brevipedunculata</i>	2
<i>Persea chamissonis</i>	3
<i>Persea cinerascens</i>	3
<i>Persea liebmannii</i>	5
<i>Persea pallescens</i>	5

A lo expuesto anteriormente, hay que agregar que la cobertura de resguardo que proporcionan las áreas naturales protegidas en el estado abarcan apenas la mitad de las especies conocidas de esta familia (Lorea, 2002). Por ello es indispensable poner atención en el establecimiento estratégico de un mayor número de áreas de este tipo, donde se resguarde lo más que se pueda de la diversidad biológica de Veracruz. Del mismo modo, es imprescindible iniciar estudios de germinación de semillas y supervivencia de plántulas reintroducidas al campo, a fin de ir delineando la mejor estrategia para asegurar la permanencia del importante recurso vegetal que representan las lauráceas.

LITERATURA CITADA

- ALLEN, C.K., 1945, Studies in the Lauraceae VI. Preliminary survey of the Mexican and Central American species, *Journal Arnold Arbor*. 26: 280-434.
- CRONQUIST, A., 1981, *An integrated system of classification of flowering plants*, Columbia University Press, Nueva York.
- DIARIO OFICIAL, 2001, Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo.
- DRINNAN, A.N., P.R. Crane, E.M. Friis y K.R. Pedersen, 1990, Lauraceous flowers of the Potomac group (mid-Cretaceous) of eastern North America, *Bot. Gaz. (Crawfordsville)* 151: 370-384.
- FLORES-VILLELA, O. y P. Gerez, 1994, *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo*, Conabio/UNAM, México.
- INEGI, 2008, Página de datos geográficos de Veracruz del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (www.inegi.gob.mx/inegi/default.aspx?s=geo&c=8&e=30), consultada el 28 de julio de 2008.
- IUCN, 2004, IUCN Red List of Threatened Species (www.iucnredlist.org), consultada el 2 de agosto de 2008.
- KURZ, H., 2000, Revision der Gattung *Licaria* (Lauraceae), *Mitteilungen aus dem Institut für Allgemeine Botanik Hamburg*. 28/29: 89-221.
- LOREA, F., 1997, On *Cinnamomum* (Lauraceae) in Mexico, *Acta Botánica de México* 40: 1-18.
- LOREA-HERNÁNDEZ, F., 2002, La familia Lauraceae en el sur de México: diversidad, distribución y estado de conservación, *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 71: 59-70.
- MEZ, C., 1889, Lauraceae americanae, *Jahrbuch des Königlichen Botanischen Gartens*, Berlin 5: 1-556.
- NEES, C.G., 1836, *Systema Laurinarum*, Sumtibus Veitii et Sociorum, Berlin.
- NISHIDA, S., 1999, Revision of *Beilschmiedia* (Lauraceae) in the Neotropics, *Annals of the Missouri Botanical Garden* 86: 657-701.
- PENNINGTON, T.D. y J. Sarukhán, 2005, *Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies*, 3a. ed., UNAM/Fondo de Cultura Económica, México.
- RECORD, S.J. y R.W. Hess, 1942, American timbers of the family Lauraceae, *Tropical Woods* 69: 7-33.
- ROHWER, J.G., 1986, Prodrum einer Monographie der Gattung *Ocotea* Aubl. (Lauraceae) *sensu lato*, *Mitt. Inst. Allg. Bot. Hamburg* 20: 1-278.
- ROHWER, J.G., 1993a, Lauraceae, en K. Kubitzki (ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants*, vol. 2, Springer-Verlag, Nueva York. pp. 366-391.
- ROHWER, J.G., 1993b, Lauraceae: *Nectandra*, *Flora Neotropica Monograph* 60: 1-333.
- RZEDOWSKI, J., 1978, *Vegetación de México*, Limusa, México.
- SOLÓRZANO, S., S. Castillo, T. Valverde y L. Ávila, 2000, Quetzal abundance in relation to fruit availability in a cloud forest in southern Mexico, *Biotropica* 32: 523-532.
- SOSA, V. y A. Gómez-Pompa (comps.), 1994, Lista florística, en V. Sosa (ed.) *Flora de Veracruz*, vol. 82, Instituto de Ecología/University of California, Riverside/Conabio, 245 pp.
- VAN DER WERFF, H., 2002a, A synopsis of *Ocotea* (Lauraceae) in Central America and southern Mexico, *Annals of the Missouri Botanical Garden* 89: 429-451.
- , 2002b, A synopsis of *Persea* (Lauraceae) in Central America, *Novon* 12: 575-586.
- WHEELWRIGHT, N.T., 1986, A seven-year study of individual variation in fruit production in tropical bird-dispersed tree species in the family Lauraceae, en A. Estrada y T.H. Fleming (eds.), *Frugivores and seed dispersal*, Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, pp. 19-35.
- WHEELWRIGHT, N.T., W.A. Haber, K.G. Murray y C. Guindon, 1984, Tropical fruit-eating birds and their food plants: A survey of a Costa Rican lower montane forest, *Biotropica* 16: 173-192.

Plantas parásitas: diversidad y hospederos de las familias Loranthaceae y Viscaceae



Héctor Oliva Rivera
Ivonne Landero Torres
Joaquín Murguía González

INTRODUCCIÓN

Las plantas, al igual que los demás seres vivos, mantienen diversas relaciones de competencia por el ambiente, el agua y los minerales con otros organismos, incluso con ellas mismas. Una forma de relación es la simbiosis, llamada parasitismo.

Algunas plantas parasitan a hongos, conociéndoseles como micoparásitas (*Monotropa*, Monotropaceae). Otras más parasitan los tallos de plantas herbáceas o arbustivas y son tan pequeñas que fácilmente se confundirían con deformidades de la planta que parasitan (*Pilosyles*, Rafflesiaceae). O aquellas que parecen largos fideos amarillos o anaranjados, las cuales crecen a menudo sobre plantas cultivadas y se les llama vulgarmente “fideos” (*Cuscuta*, Cuscutaceae). Las hay también que parasitan las raíces de las plantas, incluyendo a los árboles. Éstas, por carecer de clorofila, tienen coloraciones diversas y sus formas extrañas semejan a la coliflor, mazorca, hongos; por ejemplo *Bdallophyton* (Rafflesiaceae), *Lennoa* (Lennoaceae), *Conopholis* (Orobanchaceae), *Helosis* (Balanophoraceae).

Las plantas hemiparásitas (semi parásitas) son sólo parcialmente parásitas, o bien parcialmente autótrofas, como sucede con algunas especies de *Castilleja* (Scrophulariaceae) y las familias Loranthaceae y Viscaceae.

ANTECEDENTES

Los trabajos dedicados al estudio de las familias Loranthaceae y Viscaceae, en México son escasos. Se pueden citar los trabajos donde se mencionan a los muérdagos como los de Riba, 1963; Rzedowski, 1978; Martínez y Matuda, 1979; los trabajos de Flora como los de Standley, 1922; Standley y Steyermark, 1946; Reiche, 1977, Sánchez, 1979; y los trabajos exclusivos de muérdagos de las especies presentes en México: Hawksworth y Wiens, 1965, 1972, 1977, 1980; Kuijt, 1960, 1975, 1980; Trelease, 1916; Wiens, 1964; además de los trabajos que mencionan especies de hospederos, Wiens, 1964; Acosta *et al.*, 1992; Calderón, 1972, 1979; Cibrián *et al.*, 2001.

Para el estado de Veracruz, existen pocos trabajos sobre la biología de las Loranthaceae o las Viscaceae. Destacan los trabajos de Cházaro y Oliva, 1987a, 1987b, 1988a, 1988b, 1988c, 1991; Oliva, 1995; Oliva y Ramón, 2004 y Cházaro *et al.*, 2005. Es importante mencionar la existencia de abundantes datos biológicos para los muérdagos en el estado de Jalisco, destacando aspectos ecológicos.

LAS FAMILIAS LORANTHACEAE Y VISCACEAE

Son plantas hemiparásitas arbustivas que crecen sobre las ramas de los árboles y arbustos leñosos. Estas dos familias de plantas con hojas verdes, pueden hacer fotosíntesis, desarrollan el parasitismo cuando las raíces modificadas o haustorios penetran hasta los haces vasculares de la rama o el tronco donde se desarrollan. Así, absorben agua y sales minerales causando un daño físico y fisiológico a la planta parasitada, ya que la debilitan o incluso llegan a matarla si la infección es grave. Esto supone particular importancia cuando causan daños a especies maderables o frutales. Ambas familias se distribuyen principalmente en las regiones tropicales y templadas del planeta. A nivel mundial se conocen cerca de 1 300 especies (Heywood, 1978) y en la república mexicana cerca de 80 especies. Sosa (1994) reporta para el estado de Veracruz cinco géneros y 29 especies.

NOMBRES COMUNES PARA LOS MUÉRDAGOS EN MÉXICO

Popularmente se les conoce como “injertos”, “malojos”, “matapalos”, “secapalos”, “tepalcayos”, “corrigüelas”, “lirios”, “uvitas”, etc. (Standley, 1922; Martínez, 1979; Cházaro y Oliva, 1987a, 1987b, 1988a, 1988b). A veces se les denomina de acuerdo al hospedero donde crecen, como por ejemplo: “injerto de encino”, “injerto de ciprés”. En particu-

lar, las especies de *Arceuthobium* del Valle de México son mencionadas por Calderón (1979) como “flores de ocote” y “retoños de ocote”, mientras que Acosta *et al.* (1992), los mencionan como “balitas” en el estado de Tlaxcala. Martínez (1990), por otra parte, mencionó a *Arceuthobium cryptopodum* Engelm. como “flor de pino”.

De manera artificial, y considerando su tamaño, se divide a estas plantas en “muérdagos enanos” y “muérdagos verdaderos” (Wiens, 1964). *Arceuthobium* pertenece a los muérdagos enanos, pues son los más pequeños, mientras los verdaderos incluyen al resto de los muérdagos con hojas, incluyendo al excepcional *Phoradendron minutifolium* Urban., con hojas escamiformes. El término “muérdago” es más bien de uso generalizado entre los especialistas, ya que el vocablo engloba a cualquiera de las especies, y por lo mismo, así se utiliza en el presente estudio.

IMPORTANCIA ECOLÓGICA

La presencia de muérdagos en plantas de valor comercial (plantaciones forestales, frutícolas, etc.) es particularmente importante debido a las pérdidas económicas que provoca, incluyendo los daños mecánicos o el debilitamiento de árboles de cultivo frutícolas. En Veracruz, por ejemplo, donde una de las principales actividades agrícolas es la fruticultura, los muérdagos infectan cítricos (*Citrus* spp.), mango (*Mangifera indica* L.), tamarindo (*Tamarindus indica* L.) y guayaba (*Psidium guajava* L.), entre otras especies. En la zona serrana y central del estado, es común observar a *Phoradendron velutinum* sobre árboles de tejocote, manzana y pera.

Cabe mencionar que no todas las plantas leñosas en un área determinada son susceptibles a los muérdagos mientras que ciertas especies de árboles parecen inmunes o casi inmunes a su ataque y otras más son susceptibles a los parásitos. Prácticamente todos los muérdagos producen deformidades en las ramas

de las plantas parasitadas y a veces producen su muerte, dependiendo de la especie, la intensidad de la infección y el hospedero parasitado.

Los muérdagos enanos sólo infectan coníferas, parasitando sensiblemente a los árboles del género *Pinus* (pinos); en éstos causan fuertes y diversos daños, los que pueden observarse de la siguiente manera: 1) un árbol parasitado adquiere menor talla que la normal; 2) el desarrollo del diámetro del fuste (tronco) es menor; 3) se producen daños en la madera; 4) el individuo produce menor cantidad de semillas; 5) se predispone, por su debilidad generalizada, al ataque de insectos, hongos y otros patógenos, y 6) finalmente, puede morir. Esto es particularmente importante en el aprovechamiento forestal, por las pérdidas económicas que ocasionan.

Por otro lado, los muérdagos pueden estar presentes en las áreas urbanas; por lo tanto, su conocimiento es de gran importancia para el manejador de las áreas verdes de las metrópolis, donde los árboles representan elementos importantes para la calidad del ambiente.

Independientemente de los problemas fitosanitarios que causan las especies parásitas de estas familias, la diversidad de muérdagos en una región, su ecología y su biogeografía, son tema de estudio de sumo interés para los biólogos, tanto por su atípica forma de vida como también en el contexto de la biodiversidad. Estos aspectos son abordados en el presente estudio.

DISPERSIÓN DE MUÉRDAGOS

Los muérdagos se dispersan de dos maneras: por explosión de frutos en *Arceuthobium*, y en las demás especies por los pájaros (ornitocoria) y los murciélagos (quiropterocoria), vía endozoica. Es posible considerar la idea de que los frutos maduros que caen desde ramas altas se adhieren a las ramas bajas del hospedero a través de la capa pegajosa de viscosa, reinfectando al mismo.

LORANTHACEAE Y VISCACEAE CONOCIDAS EN EL ESTADO DE VERACRUZ

Como resultado del trabajo de revisión de literatura, revisión de material depositado en los principales herbarios mexicanos y de la región (MEXU, XAL, XALU, ENCB, CHAPA, CORU) y trabajo de campo, se consignaron 33 especies, distribuidas en tres géneros y ocho especies de Loranthaceae, y cuatro géneros y 25 especies de Viscaceae. La distribución altitudinal de las especies en el estado es desde cerca del nivel del mar a los 3 000 msnm, con una mayor diversificación entre los 500 y 1 500 m, en particular en la zona centro del estado de Veracruz, siendo el bosque mesófilo donde se concentra el mayor número de especies de Loranthaceae y Viscaceae. La vegetación de pastizal normalmente presenta algunos árboles aislados y en ellos se pueden encontrar plantas parásitas, algo similar sucede con la vegetación de pantanos y la vegetación alpina. El género con el mayor número de especies es *Phoradendron*. Otros géneros, como *Dendrophthora* (figura 1) y *Oryctanthus* (figura 2), *Cladocolea* (figura 3), están representadas por una especie cada uno.



FIGURA 1. *D. costaricensis*, es una planta pequeña, no mayor a 40 cm. Se desarrolla en altitudes mayores a los 1 400 m en el ambiente del bosque mesófilo del centro del estado de Veracruz. Los frutos maduros son esféricos y blanquecinos.



FIGURA 2. *O. cordifolius*, habita en las zonas perturbadas con relictos de la selva alta perennifolia del sur del estado.



FIGURA 3. *C. oligantha*, especie poco común o muy escasa. Sus hojas y flores pequeñas la hacen poco llamativa sobre el follaje del hospedero. Los frutos maduros son de forma elíptica y de color negro.

Mencionaremos algunos casos específicos sobresalientes: *Phoradendron bolleanum* y *Phoradendron minutifolium*, sólo crecen en la familia Cupressaceae, *Phoradendron galeottii* (figura 4) y *Phoradendron purpusi* crecen en *Quercus* spp.; *Arceuthobium* (figura 5) sobre *Pinus* spp.; *Phoradendron tetrapterum* crece como

hemiparásito de otras especies del género *Phoradendron*. Otras especies de Loranthaceae y Viscaceae, tienden a ser más generalistas, sin embargo, es conveniente aclarar, que de *Phoradendron mucronatum*, *Phoradendron teretifolium* y *Phoradendron oliverianum* se carece de información ecológica de hospederos, ya que las colectas de estas especies son muy escasas. *Psittacanthus calyculatus*, se presenta comúnmente en la selva baja y parasita principalmente árboles de los géneros *Ficus* y *Bursera*, en cambio *Psittacanthus schiedeana* (figura 6), con distribución más amplia, se encuentra de igual manera en la selva baja sobre leguminosas, y en el bosque caducifolio es común sobre *Clethra* y *Liquidambar*. Para las especies de *Struthanthus* (figura 7), por observaciones hechas en campo, pueden considerarse como generalistas en cuanto a sus hospederos. Se carece de datos específicos sobre los hospederos que son atacados por sus especies.

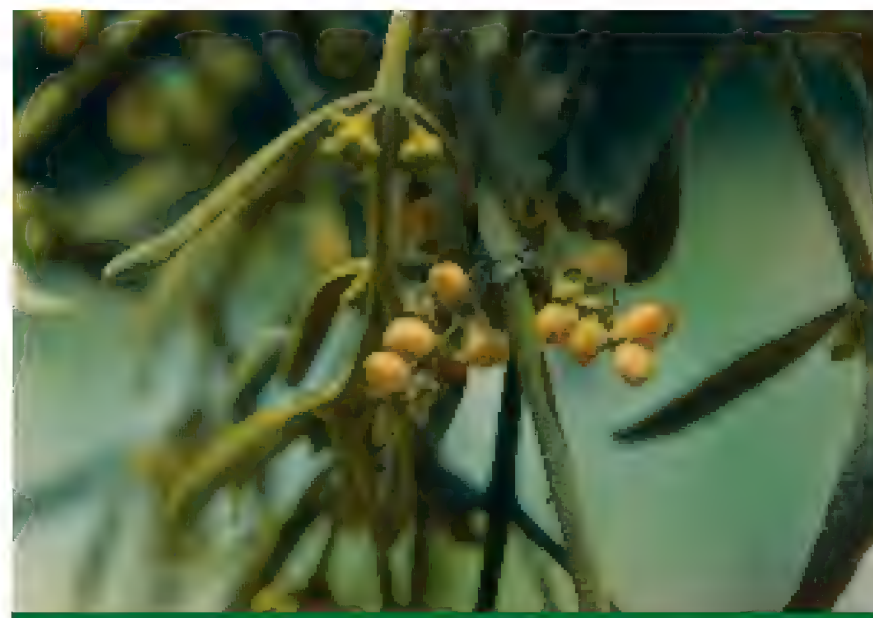


FIGURA 4. *P. galeottii*, es una especie de hábito colgante de las ramas de los encinos (*Quercus* spp.) que viven en las zonas templado-húmeda y de la región seca del estado de Veracruz.

De acuerdo a observaciones de campo, ambas familias tienden a ocupar un lugar en el hospedero donde reciban una gran cantidad de luz solar, ocupando partes altas de los árboles cuando el bosque es más bien cerrado o bien conservado, o en ramas bajas y troncos, cuando el bosque es más abierto o

está perturbado. Posiblemente las perturbaciones humanas en las comunidades naturales, beneficien a ambas familias de plantas parásitas.

La acelerada destrucción de las áreas naturales silvestres, principalmente por actividades humanas, ha puesto en grave riesgo de desaparecer a varias especies, debido a la alteración y perturbación de sus ambientes naturales. Por ejemplo, *Phoradendron teretifolium*, sólo es conocida del estado de Veracruz; *Phoradendron oliverianum*, es una planta muy escasa conocida de una sola localidad; *Cladocolea oligantha*, de reciente descubrimiento para el estado, es también muy escasa. La misma situación se presenta para *Dendrophthora costaricensis* una especie de reciente descubrimiento en México, conocida de una sola localidad en el estado de Veracruz.



FIGURA 5. *A. vaginatum*, especie común como parásito de los troncos y ramas del género *Pinus*. Otras especies son: *A. pendens* parásito de *P. cembroides*; *A. gilli* y *A. vaginatum* crecen sobre *Pinus* spp.



FIGURA 6. *P. schiedeana*. Especie muy común y conspicua debido a lo llamativo de sus flores anaranjadas. Vive desde el nivel del mar hasta cerca de los 1 700 msnm, sobre una gran diversidad de hospederos, climas y tipos de vegetación.

USOS DE LAS ESPECIES

Arceuthobium vaginatum, se reporta como alimento para las cabras en los llanos de Perote y zonas de los volcanes Las Derrumbadas y de González Ortega, en los límites de los estado de Puebla y Veracruz. *Psittacanthus schiedeana* causa deformaciones caprichosas en los puntos donde se adhiere al hospedero conocidas comúnmente como “flores de madera” o “flores de palo”, cuando el parásito cae, se utilizan para elaborar artesanías con figuras de garzas o para hacer lámparas de mesa. *Phoradendron galeottii* es usada en la zona limítrofe de Veracruz y Puebla, como alimento para el ganado caprino y ovino; *Phoradendron nervosum* se reporta como medicinal, y *Phoradendron velutinum* es usada en infusión para curar el asma.

CUADRO 1. Lista de especies conocidas de Viscaceae y los hospederos reconocidos en el estado de Veracruz

ESPECIES DE VISCACEAE	HOSPEDERO (S)
<i>Arceuthobium gillii</i> Hawksw. & Wiens	<i>Pinus teocote</i>
<i>A. globosum</i> Hawksw. & Wiens	<i>P.oaxacana</i> , <i>P. montezumae</i> , <i>P. hartwegii</i> . <i>P.rudis</i>
<i>A. pendens</i> Hawksw. & Wiens	<i>Pinus cembroides</i> , <i>Juniperus deppeana</i>
<i>Arceuthobium vaginatum</i> (Willd.) Presl.	<i>Pinus rudis</i> , <i>P. hartwegii</i> , <i>P. oaxacana</i>
<i>Dendrophthora costaricensis</i> Urb.	<i>Miconia</i> sp. , <i>Rondeletia</i> sp.
<i>Phoradendron annulatum</i> Oliv.	<i>Quercus peduncularis</i>
<i>P.bolleanum</i> (Seem.) Eichler	<i>Cupressus benthamii</i>
<i>P.brachystachyum</i> (DC.) Nutt.	<i>Karwinskia humboldtiana</i>
<i>P.calyculatum</i> Trel.	<i>Quercus</i> sp., <i>Q. laurina</i> , <i>P. falcatum</i> , <i>P. velutinum</i>
<i>P.dipterum</i> Eichler	<i>Phoradendron falcatum</i> , <i>P. piperoides</i>
<i>P.falcatum</i> (Schltdl.) & Cham.) Trel.	<i>Quercus laurina</i> , <i>Liquidambar styraciflua</i> , <i>Clethra</i> sp.
<i>P.galeottii</i> Trel.	<i>Quercus</i> spp.
<i>P.minutifolium</i> Urb.	<i>Juniperus deppeana</i>
<i>P.mucronatum</i> (DC.) Krug & Urb.	<i>Phyllostylon brasiliense</i>
<i>P.nervosum</i> Oliv.	<i>Croton xalapensis</i> , <i>Heliocarpus</i> sp., <i>Ageratina ligustrina</i> , <i>Lippia myriocephala</i> .
<i>P. oliverianum</i> Trel.	<i>Alchornea latifolia</i>
<i>P. pedicellatum</i> (Tiegh.) Kuijt	<i>Inga</i> spp., <i>Bumelia</i> sp., <i>Trichilia</i> sp.
<i>Pithecellobium</i> sp.	
<i>P. piperoides</i> (H. B. Kunth) Trel.	<i>Rapanea myricoides</i> , <i>Vismia mexicana</i> , <i>Cedrela odorata</i> , <i>Guarea glabra</i> , <i>Cecropia obtusifolia</i> , <i>Heliocarpus</i> sp., <i>Eugenia</i> sp., <i>Saurauia</i> sp., <i>Poulsenia armata</i> .
<i>P. puberulum</i> Trel.	<i>Gliricidia sepium</i> , <i>Wimmeria</i> sp.
<i>P. purpusii</i> Trel.	<i>Quercus candicans</i> , <i>Q. laurina</i>
<i>P. quadrangulare</i> (Kunth)Krug & Urban	<i>Randia</i> , <i>Mimosa</i> , <i>Salix</i> , <i>Populus</i> , <i>Heliocarpus</i> , <i>Guazuma</i> , <i>Adelia barbinervis</i> , <i>Amphitecta</i> , <i>Parmentiera</i> , <i>Sterculia</i> , <i>Pithecellobium</i> , <i>Apeiba</i> , <i>Fraxinus</i> , <i>Casearia</i> , <i>Spondias mombin</i> , <i>Platanus</i> , <i>Cochlospermum</i> .
<i>P. robustissimum</i> Eichler	<i>Psittacanthus</i> , <i>Brosimum</i> , <i>Cordia stellifera</i> , <i>C. alliodora</i>
<i>P. teretifolium</i> Kuijt	<i>Pithecellobium dulce</i>
<i>P. velutinum</i> (DC.) Nutt.	<i>Crataegus</i> , <i>Quercus</i> , <i>Prunus</i> , <i>Pyrus</i> , <i>Alnus</i> , <i>Pinus</i> , <i>Citarexylum</i>
<i>P. villosum</i> Nutt.	<i>Quercus</i>

CUADRO 2. Lista de especies conocidas de Loranthaceae y los hospederos reconocidos en el estado de Veracruz

ESPECIES DE LORANTHACEAE	HOSPEDERO (S)
<i>Cladocolea oligantha</i> ((Sand. & S��ller.) Kuijt	<i>Bursera simaruba</i>
<i>Oryctanthus cordifolius</i> (C. Presl.) Urban	
<i>Psittacanthus calyculatus</i> (DC.) Don	<i>Persea</i> , <i>Prunus persica</i> , <i>Acacia</i> , <i>A. tortuosa</i> , <i>Prosopis</i> , <i>Pithecellobium dulce</i> , <i>Quercus</i> , <i>Sapindus</i> , <i>Ficus cotinifolia</i> , <i>Citrus</i> , <i>Nerium oleander</i> , <i>Bursera simaruba</i> , <i>Salix</i> , <i>Guazuma</i>
<i>P. ramiflorus</i> (Moc. & Sess�� ex DC.)G. Don	
<i>P. schiedeanus</i> (Cham. & Schltdl.) Blume	<i>Citrus sinensis</i> , <i>Liquidambar styraciflua</i> , <i>Acacia pennatula</i> , <i>Inga</i> , <i>Leucaena</i> , <i>Prosopis</i> , <i>Croton draco</i>
<i>Struthanthus</i> aff. <i>cassythoides</i> Millsp. ex Standley	
<i>S. deppeanus</i> (Cham. & Schltdl.) D.Don	<i>Erythrina americana</i> , <i>Populus deltoides</i> , <i>Alnus</i> , <i>Prunus</i> , <i>Pinus</i> , <i>Vernonia</i> , <i>Quercus candicans</i> , <i>Q. perseifolia</i> , <i>Q. laurina</i>
<i>S. quercicola</i> (Cham. & Schltdl.) Blume	<i>Citrus</i> , <i>Zantoxylum fagara</i> , <i>Cassia emarginata</i> , <i>Acacia pennatula</i> , <i>Enterolobium cyclocarpum</i> , <i>Leucaena</i> , <i>Erythrina americana</i> , <i>Inga</i> , <i>Coffea arabiga</i> , <i>Platanus</i> , <i>Ceiba</i> , <i>Melia azederach</i> , <i>Piper</i> , <i>Ligustrum</i> , <i>Hibiscus rosasinensis</i> , <i>Prunus</i> , <i>Pinus</i> , <i>Mangifera indica</i> , <i>Psidium guajava</i> , <i>Persea</i> , <i>Populus deltoides</i> , <i>Bursera simaruba</i> , <i>Casuarina equisetifolia</i> .

CUADRO 3. Relación de las especies de Viscaceae y Loranthaceae, con los tipos de vegetación presentes en el estado de Veracruz

FAMILIA Y ESPECIES	BA	BE	BC	SA	SM	SB	P	PA	CRE	VP	VA	VDC	VAC
VISCACEAE													
<i>A. gilli</i>	•												
<i>A. pendens</i>	•												
<i>A. globosum</i>	•												
<i>A. vaginatum</i>	•												
<i>D. costaricensis</i>			•										
<i>P. annulatum</i>		•											
<i>P. bolleanum</i>		•											
<i>P. brachystachyum</i>									•				
<i>P. calyculatum</i>	•	•	•										
<i>P. dipterum</i>			•										
<i>P. falcatum</i>		•	•										
<i>P. galeottii</i>	•	•	•										
<i>P. minutifolium</i>		•											
<i>P. mucronatum</i>						•							
<i>P. nervosum</i>		•	•	•	•	•	•	•					
<i>P. oliverianum</i>		•											
<i>P. pedicellatum</i>		•	•	•	•								
<i>P. piperoides</i>		•	•	•									
<i>P. puberulum</i>					•	•							
<i>P. purpusii</i>	•	•	•										
<i>P. adrangulare</i>			•	•	•	•	•					•	
<i>P. robustissimum</i>				•	•	•							
<i>P. teretifolium</i>						•			•	•			
<i>P. velutinum</i>	•	•	•										
<i>P. villosum</i>		•											
LORANTHACEAE													
<i>C. oligantha</i>						•							
<i>O. cordifolius</i>				•									
<i>P. calyculatus</i>		•		•	•	•							
<i>P. ramiflorus</i>			•										
<i>P. schiedeanus</i>		•		•	•	•			•			•	
<i>S. aff. cassythoides</i>				•									
<i>S. deppeanus</i>		•											
<i>S. quercicola</i>		•		•	•	•			•			•	

Las abreviaturas corresponden a los siguientes tipos de vegetación: BA: bosque aciculifolio y/o escuamifolio; BE: bosque de encinos; BC: bosque caducifolio; SA: Selva alta; SM: selva mediana; SB: selva baja; P: palmar; PA: pastizal; CRE: matorral crasi-rosulifolio-espinoso; VP: vegetación de pantanos; VA: vegetación alpina; VDC: vegetación de dunas costeras; VAC: vegetación acuática y riparia.

En los cuadros 1 y 2 se presenta una lista de las especies conocidas de muérdagos y hospederos reconocidos en este trabajo. Los tipos de vegetación reconocidos para el estado de Veracruz, Gómez (1977), donde se han detectado Viscaceae y Loranthaceae, se consignan en el cuadro 3.



FIGURA 7. *S. quercicola*. Especie muy común sobre diversos hospederos. Su hábito de crecimiento simula un bejuco trepador. En cada punto de contacto del parásito con el hospedero se desarrollan los haustorios.

RECOMENDACIONES

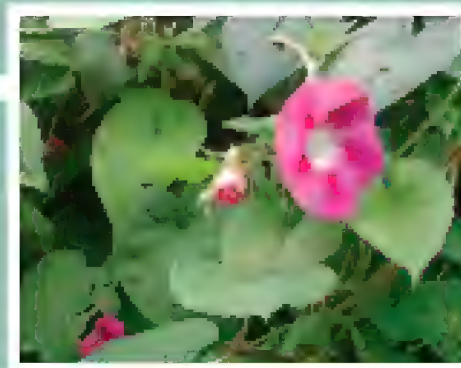
Es importante mantener las comunidades arbóreas silvestres que aún quedan, para que estas plantas mantengan su papel ecológico en las comunidades naturales. Las Loranthaceae y Viscaceae, juegan un importante papel ecológico al proporcionar alimento a las aves que, además, son importantes dispersores de sus especies. Incluso las comunidades naturales con cierto grado de perturbación, deben ser cuidadas, principalmente el bosque mesófilo, las selvas bajas, altas y medianas, y las comunidades de coníferas (piñoneros y de escuamifolios) deberían ser conservados por los pobladores que ahí habitan, ya que contienen una gran diversidad de especies de Loranthaceae y Viscaceae, y sin las plantas leñosas de las comunidades naturales, perturbadas o no, las especies de las dos familias antes mencionadas estarían gravemente amenazadas con la extinción.

LITERATURA CITADA

- ACOSTA P., M. Cházaro B. y R.M. Patiño B., 1992, *Los muérdagos del estado de Tlaxcala, México*, Gobierno del Estado de Tlaxcala, Jardín Botánico Tizatlán, Tizatlán, Tlaxcala, México, 89 pp.
- CALDERÓN DE R., G. y J. Rzedowski, 1972, Dos nuevas especies de la familia Loranthaceae del centro de México, *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* 17(4): 99-104.
- CALDERÓN de R., G., 1979, Loranthaceae, en J. Rzedowski y G. C. de Rzedowski (eds.), *Flora Fanerogámica del Valle de México*, vol I, CECSA, México, pp. 119-124.
- CHÁZARO B., M. y H. Oliva R., 1987a, Loranthaceae del centro de Veracruz y zona limítrofe de Puebla I, *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* 32 (3): 55-60.
- , 1987b, Loranthaceae del centro de Veracruz y zona limítrofe de Puebla II, *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* 32 (4): 78-86.

- , 1988a, Loranthaceae del centro de Veracruz y zona limítrofe de Puebla III, *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* 33 (1): 14-19.
- , 1988b, Loranthaceae del centro de Veracruz y zona limítrofe de Puebla IV, *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* 33 (2): 42-47.
- , 1988c, Loranthaceae del centro de Veracruz y zona limítrofe de Puebla V, *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* 33 (3): 71-75.
- , 1991, *Dendrophthora costaricensis* (Loranthaceae) un nuevo registro para la Flora de México, *Acta Botánica Mexicana* 13: 31-38.
- CHÁZARO, B. M., H. Oliva R., F. Ramón F., J.A. Vázquez García, 2005, *Cladocolea oligantha* (Loranthaceae) un nuevo registro para Veracruz, y datos generales sobre este taxón, *Polibotánica* 20: 1-15.
- CIBRIÁN, T. D., G. Íñiguez H., C.M. Llanderal C. y A. Sánchez V., 2001, *Manual para la identificación y manejo de las plagas y enfermedades forestales del Estado de Jalisco*, Documento técnico núm. 32, Fideicomiso para la Administración del Programa de Desarrollo Forestal del estado de Jalisco, Guadalajara, Jalisco, 144 pp.
- GÓMEZ, P.A., 1977, *Ecología de la vegetación del estado de Veracruz*, 2ª ed., CECSA, 93 pp.
- HAWKSWORTH, F.G. y D. Wiens, 1965, *Arceuthobium* in Mexico, *Brittonia* 17: 213-238.
- , 1972, *Biology and Classification of Dwarf Mistletoes (Arceuthobium)*, Agriculture Handbook núm. 401, Forest Service, Ministerio de Agricultura de Estados Unidos, Washington, D. C., 234 pp.
- , 1977, *Arceuthobium* (Viscaceae) in Mexico and Guatemala: additions and range extensions, *Brittonia* 29: 411-418.
- , 1980, A new species of *Arceuthobium* (Viscaceae) from central Mexico, *Brittonia* 32(3): 348-352.
- HEYWOOD, V.H., 1978, *Flowering plants of the world. Loranthaceae*. Oxford University Press, pp. 174-175.
- KUIJT, J., 1960, The distribution of dwarf mistletoe. (*Arceuthobium*) in California, *Madroño* 15: 129-139.
- , 1975, The genus *Cladocolea* (Loranthaceae), *Journal of the Arn. Arb.* 56(3): 265-335.
- , 1980, Miscellaneous mistletoe notes, *Brittonia* 32(4): 518-529.
- MARTÍNEZ, M., 1979, *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas*, Fondo de Cultura Económica, México, 1 243 pp.
- MARTÍNEZ, M. y E. Matuda, 1979, Flora del estado de México, edición facsimilar de los fascículos en 1953, Biblioteca del Estado de México, México, 1: 287-292.
- OLIVA, R.H., 1995, *Revisión del género Phoradendron (Viscaceae) para el estado de Veracruz*, tesis de maestría, Colegio de Postgraduados, Texcoco, Montecillos, México, 121 pp.
- OLIVA, R.H. y F. Ramón, 2004, Notas adicionales sobre *Phoradendron teretifolium* Kuijt (Viscaceae) en el estado de Veracruz, México, *Polibotánica* 125-129.
- REICHE, C., 1977, Loranthaceae, en *Flora excursoria en el Valle central de México*, 2ª. ed., Porrúa, p. 31-32.
- RIBA, R., 1963, Notas sobre la familia Loranthaceae y el parasitismo secundario, *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28: 1-15.
- RZEDOWSKI, J., 1978, *Vegetación de México*, Limusa, México, 432 pp.
- SÁNCHEZ, S.O., 1979, *La Flora del Valle de México*, 5ª ed., Herrero, México, pp. 138-139.
- SOSA, V. y A. Gomez Pompa, (comps.), 1994, *Lista florística. Flora de Veracruz*, fascículo 82, Instituto de Ecología/Universidad de California, pp. 157-158.
- STANDLEY, P.C., 1922, Trees and Shrubs of Mexico, Contributions from the US National Herbarium 23, Parte II: 1-1721.
- STANDLEY, P.C. y J.A. Steyermark, 1946, Loranthaceae, en *Flora of Guatemala, Fieldiana Bot.* 24 Parte IV: 62-86.
- TRELEASE, W., 1916, *The genus Phoradendron: a monographic revision*, Universidad de Illinois, pp. 1-223.
- WIENS, D., 1964, Revision of the acataphyllous species of *Phoradendron*, *Brittonia* 16: 11-54.

La Familia Convolvulaceae



Eleazar Carranza González

INTRODUCCIÓN

La familia Convolvulaceae es un conjunto de plantas morfológicamente muy diversificado que pertenece al orden Solanales. Sus representantes básicamente son de tallos herbáceos, aunque hay un buen número de especies que lo tienen leñoso. Se distinguen también por el hábito trepador o voluble, encontrando desde pequeñas enredaderas hasta grandes lianas que suben a la parte superior de las copas de los árboles, característica que tampoco es única, ya que además se les observa como plantas diminutas postradas o erectas, arbustos o bien grandes formas arbóreas. La forma trepadora obedece al movimiento helicoidal de los tallos (circumnutación), provocado por el mayor y constante crecimiento hacia la derecha de éstos. Por su parte las flores típicamente tienen una forma de campana, variables en tamaño y de una amplia gama de colores muy llamativos, en general son efímeras y abren en las primeras horas del día.

Las Convolvulaceae incluyen alrededor de 40 géneros y unas 1 500 especies, que se distribuyen de manera cosmopolita. Dentro de la zona tropical alcanzan su mayor diversificación, sobre todo en regiones donde se presentan temporadas secas. Se les encuentra principalmente en hábitats más o menos abiertos y soleados y no faltan las que viven en sitios sombreados. Asimismo, son preferidos por este grupo de plantas los sustratos bien drenados del tipo de los suelos aluviales o cársticos, así como dunas y zonas rocosas.

Los componentes de esta familia tienen una destacada participación en los trópicos del mundo, ya que es casi imposible encontrar una asociación vegetal en estas regiones sin su presencia. Desde el punto de vista económico también hay algunas que sobresalen, como el camote (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.), que es un importante cultivo a nivel mundial como fuente de carbohidratos, o *I. aquatica* Forssk. cuyas hojas y brotes tiernos son comestibles. Algunas otras especies se utilizan en la medicina tradicional de

muchos lugares, mientras que un gran número de ellas tiene alto potencial hortícola como plantas ornamentales.

LA FAMILIA CONVULVULACEAE EN MÉXICO

En la república mexicana es una familia que está bien representada y sus elementos son muy conspicuos, principalmente durante la época otoñal, observándose prácticamente en todos los ambientes a excepción, quizá, de las zonas alpinas.

Considerando de manera amplia a la familia, se reconocen para el país 19 géneros, de los cuales uno (*Poranopsis*) sólo se ha registrado en el país mediante plantas ornamentales introducidas, representadas por *P. paniculata* (Roxb.) Roberty. En cuanto a especies, se calculan en alrededor de 300 (± 15) las que crecen en el territorio mexicano; la mitad de éstas o un poco más, pertenecen a *Ipomoea* que es el más numeroso de los géneros (cuadro 1) (figura 1). Cabe señalar que aunque se han hecho varios intentos para definir cuáles son las especies de Convolvulaceae que están presentes en México, hasta la fecha no se conoce con certidumbre este dato, sobre todo si se trata del género más diverso (Matuda, 1963, 1964 y 1965; McPherson, 1981; Austin y Huáman, 1996), del que con frecuencia se siguen describiendo plantas nuevas. Además aún se encuentran algunas regiones poco exploradas y que potencialmente son fuente de nuevos hallazgos, principalmente en las zonas áridas así como hacia el sur y sureste del país.

Por otra parte, una buena cantidad de especies crecen exclusivamente dentro de las fronteras de México. *Ipomoea* es el grupo de la familia con la mayor aportación de endemismos en el país, al que se considera como un centro de diversificación importante para el género, principalmente por su gran diversidad. En todo el continente americano no hay otro territorio como el mexicano con un número tan elevado de especies de *Ipomoea*.

CUADRO 1. Número de especies de Convolvulaceae en México y Veracruz, así como los endémicos respectivos

GÉNERO	SPP. MÉX.	ENDÉMICAS MÉXICO	SPP. VER.
<i>Aniseia</i>	2	0	2
<i>Bonamia</i>	7	3	1
<i>Calycobolus</i>	1	1	0
<i>Calystegia</i>	2	0	0
<i>Convolvulus</i>	8-10	1	0
<i>Cresa</i>	2	0	0
<i>Cuscuta</i>	49-58	26	9
<i>Dichondra</i>	6	1	4
<i>Evolvulus</i>	16-20	7	5*
<i>Ipomoea</i>	155-162?	86	56
<i>Iseia</i>	1	0	0
<i>Itzaea</i>	1	0	1
<i>Jacquemontia</i>	18-20	8	9
<i>Maripa</i>	1	0	0
<i>Merremia</i>	12-14?	3	7
<i>Odonellia</i>	1	0	1
<i>Operculina</i>	2	0	1
<i>Poranopsis</i>	1**	0	0
<i>Turbina</i>	1	0	1
Total: 19	286-312	136	97

* *Evolvulus choapanus*, endémico de Veracruz
** *Poranopsis paniculata*, cultivada en varios lugares de México

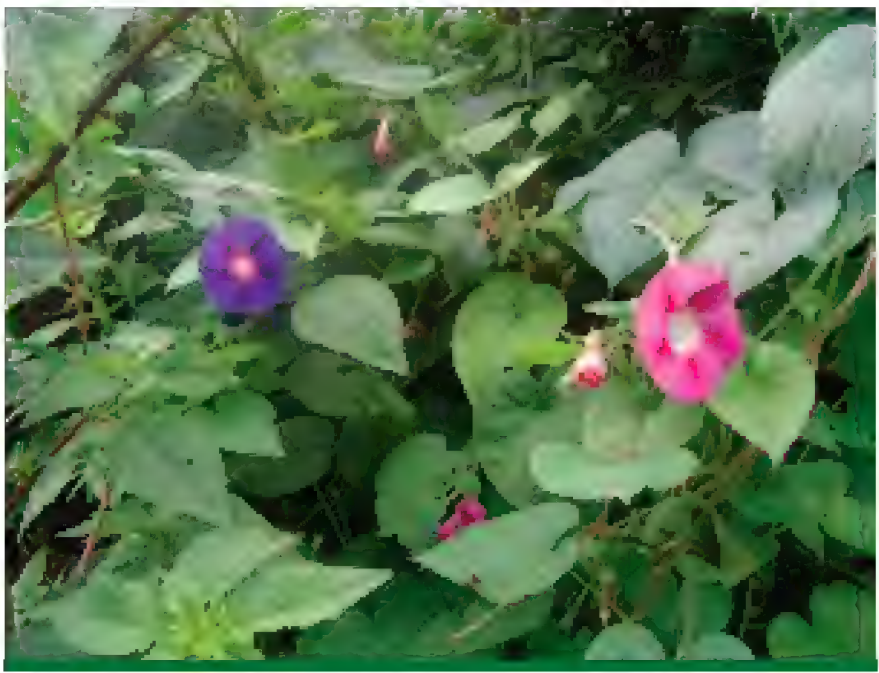


FIGURA 1. *Ipomoea purpurea* (L.) Roth. Planta común en la vegetación secundaria derivada de bosques caducifolios, pinares y encinares de Veracruz, entre 1000 y 2500 m de altitud (Foto: Eleazar Carranza González).

CONVOLVULACEAE EN VERACRUZ

El tratamiento taxonómico de la familia para Veracruz fue llevado a cabo por J.A. McDonald (1993 y 1994), dentro de la obra Flora de Veracruz. El primer trabajo (fasc. 73) comprende la mayoría de los géneros, excepto *Ipomoea*, el cual es tratado en el segundo (fasc. 77).

Cabe señalar que con anterioridad a dichos trabajos, se ha indicado la presencia de diversos representantes del grupo en el estado por autores como Matuda (1963, 1964, 1965), McPherson (1981) y Rzedowski y Calderón (1985), por mencionar algunos. Sin embargo, es con los trabajos de McDonald que se conoce de forma específica la diversidad de las convolvuláceas en el territorio veracruzano.

En estos trabajos se mencionan en total 11 géneros y 86 especies, para las cuales se proporciona las principales sinonimias, una diagnosis general, información sobre la distribución total, el material examinado para el estado, los tipos de vegetación donde se registraron, así como datos de fenología y usos, además de comentarios sobre su taxonomía.

Al hacer una revisión rápida del material herborizado, así como de los nombres asignados en los trabajos de McDonald, se ha determinado hacer algunas pequeñas modificaciones, resultando en la consideración de un total de 97 especies dentro del territorio del estado (apéndice VIII.8). Lo anterior es debido a la inclusión del género *Cuscuta* (con 9 especies) y a la adición de *Ipomoea cordatotriloba* Dennst. y de *Dichondra micrantha* Urb. Además se presenta el cambio de nombre de *I. squamosa* Choisy por *I. anisomeres* B. L. Rob. & Bartlett, el cual se debe a la probable inexistencia de *I. squamosa* en Veracruz, ya que los ejemplares mencionados con este nombre anteriormente pertenecen a *I. anisomeres*, especie diferente de *I. squamosa* pero que fue considerada por McDonald (1994) en sinonimia.

DISTRIBUCIÓN

Las convolvuláceas en el estado ocupan la mayoría de los ecosistemas terrestres presentes. Se les ha encontrado desde las dunas costeras a nivel del mar, hasta las zonas boscosas templadas de un poco menos de 3 000 m de altitud. Más arriba de esta cota no se tienen registros de estas plantas y, además, son pocas las especies que vegetan por arriba de los 2 000 m, por lo que la mayor diversidad se presenta en zonas de baja a mediana altitud, donde predominan climas cálidos y semicálidos. Las condiciones del suelo en general son de buen drenaje, poca profundidad y en muchas ocasiones se asientan sobre sustratos geológicos sedimentarios, principalmente de tipo cárstico.

De igual manera los tipos de vegetación donde se establecen principalmente son de afinidades tropicales, principalmente los bosques tropical caducifolio, subcaducifolio y perennifolio. Sin embargo, se extienden más allá de éstos y con frecuencia se encuentran también en pastizales, bosques de encino, de pino y mesófilo de montaña, entre otros. Cabe señalar, que buena parte de las especies de esta familia observan un comportamiento malezoide, por lo que con frecuencia muchas de ellas se ven a la orilla de caminos o vías de comunicación en general, así como en zonas con diferentes grados de disturbio en la cubierta vegetal. Destacan en este aspecto el género *Ipomoea* con la mayor cantidad de especies, así como unas pocas de *Merremia* y *Jacquemontia*, primordialmente.

ENDEMISMO

En cuanto a elementos de esta familia presentes exclusivamente en Veracruz, el registro indica que de las 97 especies enlistadas, sólo *Evolvulus choapanus* J. A. McDonald, se restringe a sus fronteras. Lo escaso de endémicos en el estado, se explica de alguna manera debido a que este territorio, o por lo

menos buena parte de él, forma parte de un área más extensa que corre hasta Centroamérica, conformada por corredores ecológicos de clima cálido-húmedo, caracterizada por la gran diversidad florística (McDonald, 1991) y, cuyos elementos tienen la posibilidad de distribuirse a todo lo largo y ancho de ella. Así pues, las convolvuláceas en el estado difícilmente se restringen a alguna de sus regiones (figura 2)

De tal forma que la diversidad de estas plantas en el estado, tiene mayor similitud con la que se presentan en áreas adyacentes, como la que se registran en la Flora de Guatemala o quizás a las presentes en el estado de Chiapas e incluso más al sur (cuadro 2).



FIGURA 2. *Dichondra nivea* (Brandegge) Tharp & M. C. Johnston. Especie escasa en Veracruz, conocida sólo del oeste del estado (Foto: Eleazar Carranza González).

INVESTIGACIONES FUTURAS

Se ha encontrado una colecta en el herbario XAL que amerita una revisión más detallada, así como la búsqueda de más material que ayude a determinar de qué taxón se trata. Al parecer pertenece a *Ipomoea*, sin embargo, algunos caracteres indican que

CUADRO 2. Número de especies de Convolvulaceae compartidas entre la flora de Veracruz, Guatemala y Nicaragua.

GÉNEROS	NÚM. DE ESPECIES		
	VERACRUZ	GUATEMALA	NICARAGUA
<i>Aniseia</i>	2	1	2
<i>Bonamia</i>	1	2	2
<i>Cuscuta</i>	9	12	5
<i>Dichondra</i>	4	1	1
<i>Evolvulus</i>	5	6	8
<i>Ipomoea</i>	56	64	47
<i>Iseia</i>	0	0	1
<i>Itzaea</i>	1	1	1
<i>Jacquemontia</i>	9	10	8
<i>Maripa</i>	0	1	1
<i>Merremia</i>	7	8	9
<i>Odonellia</i>	1	0	1
<i>Operculina</i>	1	2	1
<i>Stictocardia</i>	0	0	1
<i>Turbina</i>	1	1	1
TOTAL	97	109	89

(McDonald 1993, 1994), Guatemala (Standley y Williams 1970) y Nicaragua (Austin 2001; Beliz 2001)
(No se encontraron datos del estado de Chiapas)

puede tratarse de otro género. La falta de material en condiciones de ser estudiado hace que por el momento esta planta no se integre en este listado.

Por otra parte es de esperarse la presencia del género *Cresa*, característico de zonas inundables como lagunas costeras o en tierra adentro, en algunos cuerpos de agua dulce. Es de suponer que no se ha explorado lo suficiente en algunas zonas que potencialmente pueden albergar a dicha planta, además de que ésta puede pasar un tanto inadvertida.

Por su parte, *Cuscuta* es un género de taxonomía compleja y las nueve especies registradas en Veracruz aparentemente son pocas para la extensión del territorio estatal y lo diverso de sus condiciones ambientales. Por lo que resulta prudente suponer la presencia de un número mayor de éstas, además que se encuentran escasamente colectadas.

Finalmente es recomendable llevar a cabo estudios sobre el estado de conservación que guardan las plantas de esta familia en Veracruz, ya que hasta el

momento, para la mayoría de las especies, no se tiene información precisa de cómo y dónde se encuentra. Al respecto cabe el señalamiento de que varias de ellas sólo se han registrado en un solo sitio (cuadro 3), considerando lo anterior como indicio de su poca abundancia o rareza en el estado. Es de subrayar también, que ninguna planta de esta familia se encuentra citada en las listas de especies con riesgos (CITES, IUCN, NOM-059), debido, seguramente, a que se trata de plantas que están muy asociadas a la perturbación y que en general no ameritan su ubicación dentro de estos listados.

CUADRO 3. Ejemplos de especies que se han registrado pocas (un solo registro) o muchas veces (más de 20 registros), dentro del estado de Veracruz.

UN SOLO REGISTRO*	MÁS DE 20 REGISTROS
1 <i>Aniseia minor</i>	<i>Dichondra sericea</i>
2 <i>Cuscuta cozumeliensis</i>	<i>Evolvulus alsinoides</i>
3 <i>Dichondra micrantha</i>	<i>Ipomoea alba</i>
4 <i>Dichondra nivea</i> (fig. 1)	<i>Ipomoea batatas</i>
5 <i>Evolvulus choapanus</i>	<i>Ipomoea imperati</i>
6 <i>Ipomoea eximia</i>	<i>Ipomoea indica</i>
7 <i>Ipomoea ignava</i>	<i>Ipomoea jalapa</i>
8 <i>Ipomoea leucantha</i>	<i>Ipomoea pes-caprae</i>
9 <i>Ipomoea plummerae</i>	<i>Ipomoea variabilis</i>
10 <i>Ipomoea pubescens</i>	<i>Ipomoea wolcottiana</i>
11 <i>Jacquemontia ovalifolia</i> <i>ssp. obcordata</i>	<i>Jacquemontia nodiflora</i>
12 <i>Jacquemontia polyantha</i>	<i>Merremia dissecta</i>
13 <i>Merremia discoidesperma</i>	<i>Merremia quinquefolia</i>
14	<i>Merremia tuberosa</i>
15	<i>Merremia umbellata</i>
16	<i>Odonellia hirtiflora</i>
17	<i>Operculina pinnatifida</i>
18	<i>Turbina corymbosa</i>

* Los espacios en blanco significa que no hay más especies con un sólo registro.

AGRADECIMIENTOS. Se agradece a Gonzalo Castillo la invitación para participar con esta contribución, así como a Francisco Lorea por la revisión del manuscrito y las sugerencias hechas al mismo. Al Instituto de Ecología, por el apoyo recibido para la elaboración del trabajo.

LITERATURA CITADA

AUSTIN, D.F. y Z. Huáman, 1996, A synopsis of *Ipomoea* (Convolvulaceae) in the Ameritas, *Taxon* 45: 3-38.

AUSTIN, D.F., 2001, Convolvulaceae, en *Flora de Nicaragua* 1: 653-679.

BELIZ, T., 2001, Cuscutaceae, en *Flora de Nicaragua* 1: 680-682.

MATUDA, E., 1963, El género *Ipomoea* en México I, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM 34: 85-145.

———, 1964, El género *Ipomoea* en México II, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM 35: 45-76.

———, 1965, El género *Ipomoea* en México III, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM 36: 83-106.

MCDONALD, J.A., 1991, Origin and diversity of Mexican Convolvulaceae, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, serie Botánica 62(1): 65-82.

———, 1993, *Convolvulaceae I. Flora de Veracruz*, Instituto de Ecología/ Universidad de California, 73, 95 pp.

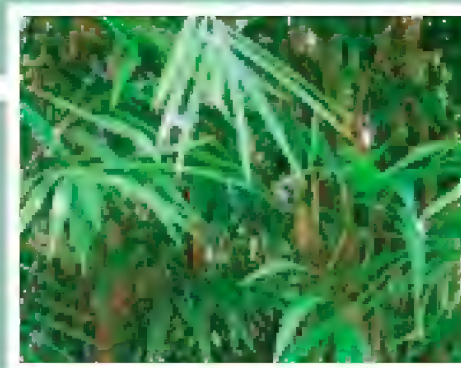
———, 1994, *Convolvulaceae II. Flora de Veracruz*, Instituto de Ecología/ Universidad de California, 77, 133 pp.

MCPHERSON, G., 1981, Studies in *Ipomoea* (Convolvulaceae) I. The arborescens group, *Annals Missouri Botanical Garden* 68: 527-545.

RZEDOWSKI, J. y G. Calderón de R. (eds.), 1985, *Flora fanerogámica del Valle de México*, vol. II, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas/Instituto Politécnico Nacional/Instituto de Ecología, México, pp. 241-257.

STANDLEY, P.C. y L.O. Williams, 1970, Convolvulaceae, en *Flora of Guatemala, Fieldiana*, Botany 24(9): 4-85.

Diversidad de los pastos y bambúes (Gramineae)



María Teresa Mejía-Saulés
Patricia Dávila Aranda

INTRODUCCIÓN

La mayoría de las plantas forrajeras, los cereales, la caña de azúcar, el vetiver, el pasto limón, el bambú, los pastos y muchas otras especies, son gramíneas muy importantes desde el punto de vista biológico, económico, alimenticio e industrial. Estas plantas pertenecen taxonómica y botánicamente a la familia Gramineae o Poaceae. Las gramíneas son plantas herbáceas o semileñosas (como los bambúes), con tallos cilíndricos o a veces aplanados, huecos o a veces sólidos (como la caña de azúcar y bambúes), las flores son pequeñas y poco notorias, dispuestas en espiguillas, las cuales se agrupan en inflorescencias en forma de espiga, racimo y panícula. La espiguilla está integrada por dos brácteas inferiores, llamadas primera y segunda gluma, seguidas de una tercera y cuarta bráctea llamada lema y pálea. Estas últimas protegen a la flor propiamente dicha, que consta de estambres, estigmas y lodículas. La familia de las gramíneas (Gramineae o Poaceae) está representada mundialmente por más de 700 géneros y

cerca de 10 000 especies (Dahlgren *et al.*, 1985; Tzvelev, 1989; Watson y Dallwitz, 1992, 1999; Renvoize y Clayton, 1992). Por el número de géneros la familia de las gramíneas ocupa el tercer lugar a nivel mundial y por el número de especies ocupa el quinto lugar (Gould y Shaw, 1983).

La familia Gramineae se divide en 12 subfamilias: Bambusoideae, Anomochlooideae, Pharoideae, Puelioideae, Ehrhartoideae, Centothecoideae, Pooideae, Arundinoideae, Danthonioideae, Aristoideae, Chloridoideae y Panicoideae (Grass Phylogeny Working Group, 2001). Aunque actualmente se ha considerado a la subfamilia Centothecoideae como la tribu Centotheceae de la subfamilia Panicoideae (Zuloaga *et al.*, 2003).

Las gramíneas presentan una amplia distribución mundial, por lo cual las podemos encontrar desde el nivel del mar hasta las altas montañas, desarrollándose en lugares húmedos o secos, creciendo en todo tipo de suelo. A menudo una sola especie se encuentra cubriendo grandes superficies formando las praderas naturales.

LA FAMILIA GRAMINEAE EN MÉXICO

México ha sido considerado como un país megadiverso y las gramíneas ocupan el tercer lugar por su riqueza en la flora fanerogámica, después de las compuestas (Compositae, aprox. 310 géneros y 2 400 especies) y leguminosas (Leguminosae (aprox. 130 géneros y 1 800 especies) (Rzedowski, 1991). Las gramíneas en México están representadas por 204 géneros y 1 182 especies, de las cuales 159 especies son cultivadas y/o introducidas (Dávila *et al.*, 2006).

A nivel estatal las gramíneas están mejor representadas en los estados de Chiapas, Oaxaca, Veracruz, Jalisco, Estado de México, Puebla, Michoacán, Chihuahua, San Luis Potosí y Coahuila (cuadro 1) (Dávila *et al.*, 2006).

CUADRO 1. Diversidad de la familia Gramineae por entidad federativa (Dávila *et al.*, 2006).

ENTIDAD	TOTAL TAXA REGISTRADOS	TOTAL TAXA NATIVOS DE MÉXICO	TOTAL TAXA CULTIVADOS O INTRODUCIDOS
Chiapas	563	490	73
Oaxaca	485	414	71
Veracruz	455	390	65
Jalisco	445	381	64
Estado de México	414	341	73
Puebla	373	316	57
Michoacán	369	309	60
Chihuahua	369	304	65
San Luis Potosí	345	294	51
Coahuila	330	274	56

En cuanto al endemismo se refiere, a partir de este mismo trabajo se han registrado 278 taxa endémicos a México, lo que representa el 21.7 % del total de las gramíneas en el país.

Por otro lado, las gramíneas son valoradas por ser una de las familias botánicas de gran importancia económica, ya que incluye plantas alimenticias, forrajeras, industriales, ornamentales, medicinales,

artesanales y especies para prevenir la erosión. En México se han registrado 564 especies de gramíneas con algún uso (cuadro 2), de las cuales 92 (16 %) son especies introducidas (Mejía-Saulés y Dávila, 1992).

CUADRO 2. Usos de las gramíneas en México

USO	NÚM. DE ESPECIES
Forrajero	532
Medicinal	40
Ornamental	32
Artesanal	28
Prevención de la erosión	24
Alimento	22
Industriales	5
Construcción	15
Ceremonial	5

DIVERSIDAD DE LAS GRAMÍNEAS

El estado de Veracruz, por su gran diversidad florística en México ocupa uno de los primeros lugares, con la presencia de más de 7 000 especies (Sosa y Gómez-Pompa, 1994). Aunque las gramíneas son un grupo vegetal de alta representación en el país, su conocimiento dista de ser completo. Si bien se ha iniciado el estudio taxonómico y descriptivo de la familia Poaceae o Gramineae en la Flora de Veracruz, la información publicada hasta ahora se restringe al listado de especies (Mejía-Saulés y Valdés, 1994), una clave de identificación de los géneros (Mejía-Saulés, 2001), el estudio taxonómico de la tribu Stipeae (Valdés y Barkworth, 2002) y nuevos registros para el estado de Veracruz (Mejía-Saulés *et al.*, 2002). Actualmente se cuenta también con un listado actualizado de esta familia (Dávila *et al.*, 2006) a nivel nacional y en el cual se han registrado para el estado de Veracruz 129 géneros y 455 especies de gramíneas (incluyendo variedades, subespecies y formas). Al realizar el estudio sobre la biodiversidad de las gramíneas del estado de Vera-

cruz se adicionan tres géneros y 13 especies nativas: *Aegopogon cenchroides*, *Aegopogon tenellus*, *Agrostis perennans*, *Arundinella hispida*, *Aristida schiedeana*, *Bouteloua dimorpha*, *Deschampsia elongata*, *Muhlenbergia nigra*, *Panicum trichidiachne*, *Paspalum setaceum*, *Rhynchne rottboellioides*, *Sporobolus trichodes* y *Triplasis purpurea*. En cuanto a las especies introducidas, se incluyen dos géneros y dos especies: *Phalaris canariensis* y *Phyllostachys aurea*. En total, en el estado de Veracruz se registran 135 géneros, 462 especies con 56 variedades, 11 subespecies y tres formas; de las cuales 393 son especies nativas y 69 son introducidas. Todas estas especies están representadas en 10 subfamilias (cuadro 3 y apéndice VIII.9). Estas últimas cifras indican que el 39 % del total de gramíneas mexicanas, se encuentra distribuido en el estado de Veracruz, por lo que esta entidad ocupa, por su diversidad, el tercer lugar a nivel nacional (cuadro 1).

CUADRO 3. Subfamilias representadas en el estado de Veracruz

SUBFAMILIA	NÚM. GÉNEROS	NÚM. ESPECIES
Anomochlooideae	1	1
Aristidoideae	1	11
Arundinoideae	2	2
Bambusoideae	11	23
Chloridoideae	27	103
Danthonioideae	1	1
Ehrhartoideae	5	9
Panicoideae	56	236
Pharoideae	1	2
Pooideae	30	74
Total	135	462

Los géneros que en el estado de Veracruz presentan mayor número de especies son: *Paspalum* (42), *Panicum* (31), *Muhlenbergia* (28), *Eragrostis* (22), *Setaria* (12), *Aristida*, *Festuca* y *Lasiacis* (todos con 11), *Dichanthelium*, *Digitaria*, *Schizachyrium* y *Sporobolus* (todos con 10).

En relación al endemismo, en el estado de Veracruz se localiza el género *Olmeca*, uno de los seis géneros endémicos de México. A nivel nacional se han registrado 278 especies endémicas a México (Dávila, *et al.*, 2006), de las cuales 45 están presentes en el estado de Veracruz y ocho de ellas son exclusivas de esta entidad: *Aristida geminiflora*, *Chusquea muelleri*, *Festuca aequipaleata*, *Festuca bidenticulata*, *Muhlenbergia laxa*, *Olmeca recta*, *Panicum logum* y *Schizachyrium muelleri*. De todas estas especies, en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, sólo se cita en peligro de extinción al género *Olmeca* con sus dos especies: *O. recta* y *O. reflexa*, ambas presentes en el estado de Veracruz.

Las subfamilias Anomochlooideae, Arundinoideae, Danthonioideae y Pharoideae están escasamente representadas en Veracruz (una o dos especies). En contraste, las subfamilias Panicoideae, Chloridoideae y Pooideae están ampliamente representadas tanto en el estado, como a nivel nacional y mundial.

Subfamilia Anomochlooideae, está representada en México por un género y dos especies. Solamente *Streptochaeta spicata* subsp. *spicata*, está presente en Veracruz. Esta especie presenta un amplio patrón de distribución desde México hasta Centroamérica, Sudamérica y el Caribe. En México se ha registrado en los estados de Chiapas, Oaxaca y Veracruz. Habita en selva alta perennifolia, subperennifolia y mediana subperennifolia.

Subfamilia Aristoideae, está representada por el género *Aristida* que tiene 34 especies en México. En Veracruz se han registrado 11 especies de este género, habitando en los pastizales, la selva baja caducifolia, la vegetación de *Nolina-Hechtia-Agave* y en el bosque de pino-encino.

Subfamilia Arundinoideae, está representada en México por dos géneros y dos especies, con las siguientes especies presentes en el estado de Veracruz: *Arundo donax* fo. *donax*, *A. donax* fo. *versicolor* y *Phragmites australis*. La mayoría de estas especies tiene un patrón de distribución amplio en el estado

de Veracruz. Se encuentran principalmente en el bosque caducifolio, la selva baja caducifolia, la selva mediana subperennifolia y las dunas costeras. Es frecuente encontrarlas cerca de ríos, arroyos o lugares húmedos.

Subfamilia Bambusoideae, está representada a nivel nacional por ocho géneros y 37 especies de bambúes leñosos nativos, de los cuales 15 son endémicos al país. Por el número de especies de bambúes y endemismos se considera a México un país con moderada diversidad (Soderstrom *et al.*, 1988). La importancia de esta subfamilia, no sólo radica en la de índole taxonómico, sino también porque muchas de sus especies son utilizadas por diferentes comunidades del país.

En el estado de Veracruz los bambúes los podemos encontrar distribuidos a lo largo y ancho del estado, principalmente en las zonas tropicales, aunque también se encuentran en las zonas templadas, desde el nivel del mar hasta las altas montañas del Cofre de Perote y el Pico de Orizaba. A la fecha se tienen registrados para el estado de Veracruz seis géneros y 18 especies de bambúes nativos leñosos: *Rhipidocladum* (figura 1) y *Otatea* (cada uno con una especie), *Aulonemia* y *Olmeca* (dos especies), *Guadua* (cinco especies), *Chusquea* (siete especies), lo que representa el 75 % de los géneros y 49 % de las especies de bambúes a nivel nacional. *Bambusa vulgaris* y *Phyllostachys aurea* son bambúes introducidos de Asia y presentan una amplia distribución en México. En referencia a su nivel de endemismo, la información existente indica que el 66 % del total de especies endémicas de bambúes en México, está representado en el estado de Veracruz. Además, dos especies, *Chusquea muelleri* y *Olmeca recta* (figura 2), se encuentran restringidas al estado de Veracruz.

En relación a los bambúes herbáceos del estado de Veracruz, los datos indican la presencia de tres géneros y tres especies: *Cryptochloa strictiflora*, *Lithachne pauciflora* y *Olyra latifolia*, lo que representa el 100 % de los géneros y 75 % de especies a nivel nacional.

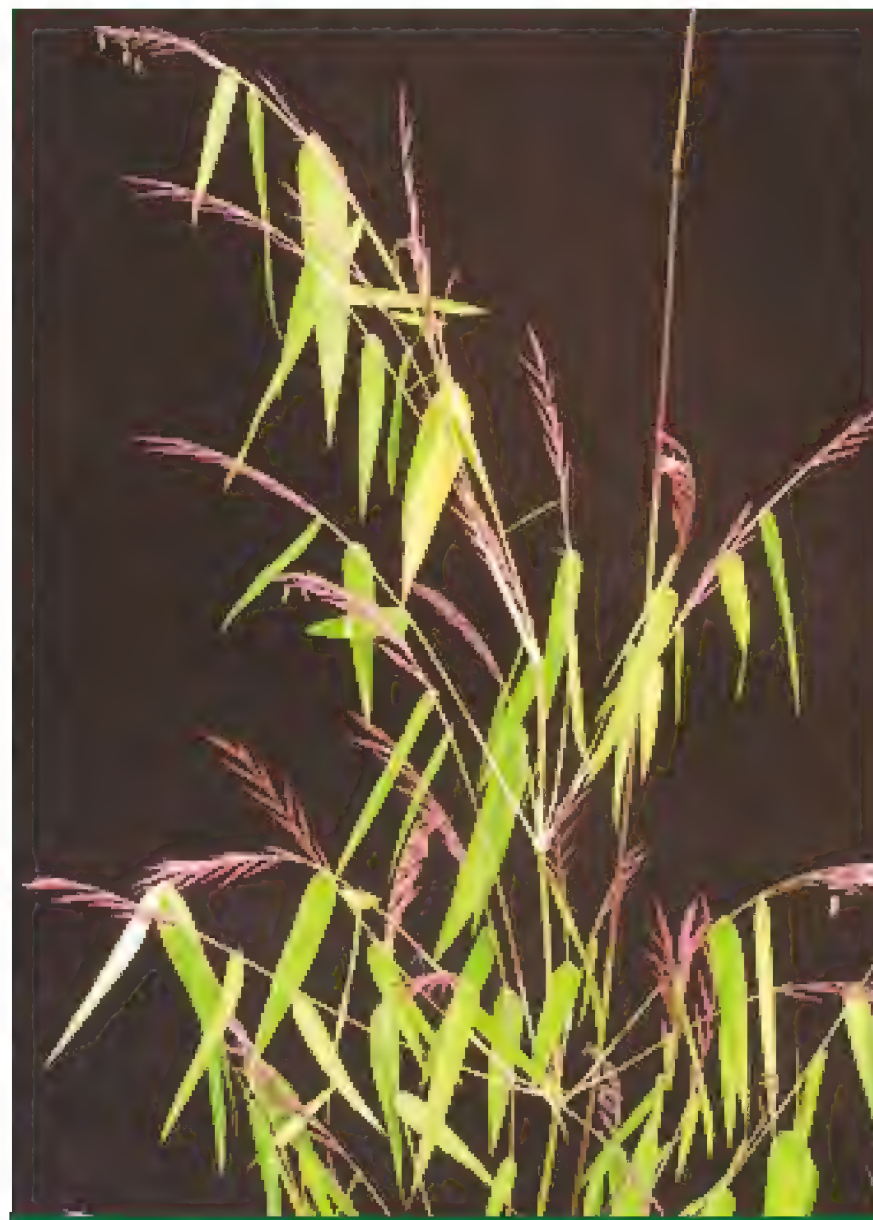


FIGURA 1. Inflorescencia (panícula) del chiquián (*Rhipidocladum racemiflorum*) (Foto: María Teresa Mejía Saulés).

Subfamilia Chloridoideae, está representada a nivel nacional por 52 géneros y 362 especies. En el estado de Veracruz están presentes 27 géneros y 103 especies. Es una de las subfamilias más diversas en Veracruz. Aunque se distribuyen a lo largo y ancho del estado, su mayor riqueza se encuentra en las zonas tropicales y cálidas.

Subfamilia Danthonioideae, está representada por tres géneros y seis especies a nivel nacional. Para el estado de Veracruz se ha registrado solamente la especie *Danthonia spicata*. Esta especie se distribuye en Canadá, Estados Unidos y México. En México, se encuentra principalmente en ambientes secos de los estados de Coahuila, Hidalgo, Puebla, Tamaulipas y Veracruz.



FIGURA 2. *Olmeca recta* en su hábitat natural (Foto: María Teresa Mejía Saulés).

Subfamilia Ehrhartoideae, está representada a nivel nacional por cinco géneros y 12 especies. En el estado de Veracruz se registran cinco géneros y nueve especies: *Luziola peruviana*, *L. subintegra*, *Zizaniopsis miliacea*, *Leersia hexandra*, *L. ligularis*, *L. monandra*, *Oryza latifolia*, *O. sativa* y *Streptogyna americana*. Generalmente, estas especies se encuentran en ambientes húmedos o acuáticos.

Subfamilia Panicoideae, a nivel nacional está representada por 69 géneros y 463 especies y en el estado de Veracruz por 56 géneros y 236 especies, siendo la subfamilia más diversa y mejor representada en la entidad. Su distribución es muy amplia. Habitan desde el bosque caducifolio, el bosque de encino y el bosque de pino hasta las selvas (alta, baja

y mediana) perennifolias y subcaducifolias, así como las dunas costeras y diferentes sistemas acuáticos.

Subfamilia Pharoideae, está representada por un género y cuatro especies en México. Solamente *Pharus lappulaceus* y *P. latifolius* están presentes en el estado de Veracruz. Se distribuyen principalmente en las selvas altas perennifolias, selvas medianas y menos frecuentemente en los bosques de encino.

Subfamilia Pooideae, a nivel nacional está representada por 57 géneros y 250 especies y en el estado de Veracruz por 30 géneros y 74 especies. Estas especies se distribuyen principalmente en las zonas templadas. Habitan principalmente en bosque de pino, de encino y forman parte del páramo de altura del Cofre de Perote y Pico de Orizaba.

IMPORTANCIA Y USOS DE LAS GRAMÍNEAS EN VERACRUZ

A nivel nacional, el estado de Veracruz ha ocupado el tercer lugar (Dávila *et al.*, 2006) en referencia al número de especies cultivadas y/o introducidas de gramíneas en el país (cuadro 1). Actualmente, se ha incrementado el número a 72 especies introducidas/cultivadas para el estado. Debido a que esta entidad posee diversas condiciones climáticas tanto tropicales como templadas y a que una buena parte de su territorio está siendo utilizado para actividades agrícolas y ganaderas, las gramíneas presentan una gran diversidad de usos. Para el estado de Veracruz se cuenta con 110 especies forrajeras, 17 ornamentales, 11 medicinales, 10 artesanales, ocho alimenticias, siete utilizadas en la construcción rural, seis industriales y cuatro para la protección del suelo.

En lo que respecta al ámbito ganadero, los géneros de gramíneas de mayor importancia forrajera son: *Agrostis*, *Andropogon*, *Aristida*, *Axonopus*, *Bouteloua*, *Bothriochloa*, *Bromus*, *Cenchrus*, *Chloris*, *Digitaria*, *Echinochloa*, *Eragrostis*, *Hyparrhenia*, *Lolium*, *Muhlenbergia*, *Panicum*, *Paspalum*, *Pennisetum*,

Schizachyrium, *Setaria*, *Sporobolus*, *Pennisetum*, *Poa*, *Tripsacum*, *Trisetum* y *Urochloa*. Es importante señalar que las especies forrajeras más utilizadas en la zona cálida húmeda del estado de Veracruz son introducidas de África. En este grupo se encuentran las siguientes especies: el zacate privilegio (*Panicum maximum*), el zacate elefante (*Pennisetum purpureum*), el zacate antenita (*Paspalum notatum*, *Paspalum conjugatum*) y el zacate estrella (*Cynodon plectostachyus*). Con respecto a las zonas templadas, las especies introducidas provienen principalmente de Europa. Entre ellas destacan: los bromos (*Bromus* spp.) y el dactilo (*Dactylis glomerata*) (Mejía-Saulés, 1986).

Además de estos dos grandes grupos de especies forrajeras y agrícolas, otras tienen utilidad como alimento, para la construcción, para la elaboración de artesanías, con fines ornamentales o bien como fijadoras de suelo y para fines industriales y medicinales.

Las especies de importancia alimenticia, incluyen especialmente a los cereales que son ampliamente cultivados, como por ejemplo: la avena (*Avena fatua* y *Avena sativa*), la cebada (*Hordeum vulgare*), la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), el centeno (*Secale cereale*), el sorgo (*Sorghum bicolor*), el trigo (*Triticum aestivum*) y el maíz (*Zea mays*). Todas estas especies son introducidas, excepto el maíz. Aunque en pequeña proporción, también se cultiva el alpiste (*Phalaris canariensis*), el cual es utilizado como alimento para las aves domésticas.

En referencia de actividades relacionadas con la construcción, las especies más utilizadas son: *Arundo donax*, *Guadua aculeata*, *Guadua longifolia*, *Gynerium sagittatum*, *Imperata contracta*, *Otatea acuminata* subsp. *acuminata*, *Phragmites australis*, *Rhipidocladum racemiflorum* y *Saccharum officinarum*. A excepción de *A. donax* y *P. australis* que son especies naturalizadas y de *S. officinarum* que fue introducida de Asia, todas las demás especies son nativas. Estas especies, generalmente se utilizan para construir las paredes de las casas rurales. En particu-

lar algunas especies del género *Guadua* son utilizadas como estructuras principales de las viviendas, por poseer sus culmos (tallos) diámetros de 5-6 cm.

En lo que respecta al trabajo artesanal, con las gramíneas se elaboran diferentes productos. Entre ellos destacan los carrizos que se utilizan para elaborar canastas, cerbatanas, flautas, jaulas para pájaros, chiquihuites, cañas de pescar, cercas vivas (*Arundo donax* y *Phragmites australis*), algunos bambúes utilizados para cestería (*Chusquea bilimekii* y *Gynerium sagittatum*), otros bambúes cuyos culmos se usan para elaborar lámparas, cañas de pescar y corrales (*Guadua aculeata*, *Guadua longifolia*) y otras especies con las cuales se elaboran flautas y cerbatanas (*Lasiacis divaricata* var. *divaricata*, *Lasiacis ruscifolia*). Asimismo, destaca la utilización de los culmos que se usan para fabricar garrochas y mangos de escobas (*Otatea acuminata* subsp. *acuminata*, *Otatea acuminata* subsp. *aztecorum*), y otros con los cuales se fabrican muebles, cortinas y artesanías (*Phyllostachys aurea* y *Rhipidocladum racemiflorum*).

También existen varias especies que se cultivan con fines ornamentales o de tipo comercial. Las especies que se utilizan como césped en jardines son el pasto alfombra (*Axonopus compressus*), el ballico italiano (*Lolium multiflorum*), la trencilla (*Paspalum notatum*), el tapete (*Pennisetum clandestinum*), el pasto anual (*Poa annua*) y el pasto alfombra o pasto San Agustín (*Stenotaphrum secundatum*). Únicamente *A. compressus* y *P. notatum* son especies nativas. También en este apartado se incluyen aquellas gramíneas que, por su gran altura (3-4 m) y sus grandes inflorescencias (aprox. 1 m), son utilizadas como elementos ornamentales en jardines públicos o privados. En este grupo se incluyen a las siguientes especies: la caña hueca o carrizo (*Arundo donax*), el carrizo real (*Gynerium sagittatum*), el carricillo (*Phragmites australis*) y los bambúes (*Bambusa vulgaris* y *Phyllostachys aurea*). A excepción de *G. sagittatum*, las demás especies son introducidas.

Por su forma de crecimiento, varias especies de gramíneas son comúnmente utilizadas en activida-

des relacionadas con la fijación del suelo, para evitar su pérdida o erosión. Entre estas especies destacan las siguientes: *Chloris virgata*, *Distichlis spicata* var. *spicata*, *Muhlenbergia macroura*, *Paspalum notatum* son especies nativas y *Chloris gayana*, *Cynodon dactylon*, *Dactyloctenium aegyptium* y *Pennisetum clandestinum* son especies introducidas y naturalizadas.

En el ámbito industrial, también se reconoce la importancia de las gramíneas, ya que varias de sus especies son utilizadas cotidianamente. Entre estas especies se incluyen las siguientes: en perfumería el zacate limón (*Cymbopogon citratus*); para la obtención de harina y producción de malta (*Hordeum vulgare*); para producción de azúcar y alcohol, la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*); para la obtención de almidón y sémola, el trigo (*Triticum aestivum*); para la fabricación de aceite, azúcar, varios disolventes, etc., el maíz (*Zea mays*); para la elaboración de las escobetas, cepillos y escobas, la raíz de zacatón (*Muhlenbergia macroura*, figura 3), y de relleno para empaque (*M. quadridentata*). A excepción de las tres últimas especies, las demás son introducidas.

Aunque las gramíneas medicinales no tienen la misma relevancia que en otros de los rubros antes citados, es importante reconocer que varias de sus especies son parte importante de la medicina tradicional de nuestro país. Algunas de las especies con uso medicinal son *Arundo donax* como diaforético y diurético; *Avena sativa* para combatir catarros, afecciones estomacales o intestinales; *Hordeum vulgare* para facilitar la digestión en los niños, y combatir diarreas; *Melinis multiflora* como garrapaticida; *Secale cereale* para los dolores intestinales y el estreñimiento; *Sorghum bicolor* como tónico; *Triticum aestivum* para combatir la disentería y las irritaciones de la piel; *Zea mays* para aliviar cuadros de gota, disentería o dolores musculares, así como para afecciones renales; *Eragrostis cilianensis* para combatir algunos problemas urinarios o utilizarlo como purgante.



FIGURA 3. Escobas y cepillos elaborados con raíz de zacatón (*Muhlenbergia macroura*) (Foto: María Teresa Mejía Saulés).

ESPECIES INVASORAS

Las especies de gramíneas que consideramos invasoras han sido especies que de alguna forma fueron introducidas en México, ya sea como forrajeras, ornamentales, como césped o su introducción ha sido accidental y que con el transcurso del tiempo se han naturalizado. Algunas de ellas fueron introducidas durante la colonización española, por medio de los intercambios comerciales de México con España y posteriormente con otros países.

En el estado de Veracruz, las gramíneas introducidas que se comportan como silvestres o que se han naturalizado en México son: especies de origen europeo como por ejemplo: *Poa annua*, *Poa pratensis*, *Vulpia myuros* var. *myuros* y *Phalaris canariensis*.

Dos especies de origen asiático que son utilizadas ampliamente como plantas de ornato son *Bambusa vulgaris* y *Phyllostachys aurea* y una especie que tiene un uso regional artesanal es *Coix lacryma-jobi* var. *lacryma-jobi*. Entre las especies de origen eurasiático podemos citar a: *Briza minor*, *Eragrostis pilosa*, *Lolium temulentum*, *Polypogon viridis* y *Setaria viridis*. Aunque *Dactylis glomerata*, *Lolium multiflorum* y *Triticum aestivum* fueron introducidas para su cultivo, han llegado a escapar de éste y se han naturalizado. De igual forma pasa con algunas especies de origen africano, las cuales se han incrementado en el siglo XX (Rzedowski y Calderón, 1990) y muchas de ellas son consideradas en la flora silvestre de México. Por ejemplo, *Digitaria eriantha* y *Euclasta condylotricha* que se comportan como silvestres e *Hyparrhenia rufa* var. *rufa* y *Sorghum bicolor* que han escapado del cultivo y se han naturalizado.

Algunas de estas especies se pueden comportar como ruderales estrictas a la orilla de carreteras y lotes baldíos sin llegar a ser una amenaza en el desplazamiento de las especies nativas. Un buen ejemplo es *Melinis repens*, la cual presenta una amplia distribución en México, es una de las especies africanas más agresivas en México, a tal grado que ha llegado a dominar en la vegetación secundaria de las laderas de los cerros (Rzedowski y Calderón, 1990). Le sigue en importancia *Urochloa maxima* con una amplia distribución en las zonas tropicales y *Pennisetum clandestinum* presente en las zonas templadas, ambas fueron introducidas como plantas forrajeras. Se ha observado en los últimos años que *Chloris gayana*, especie introducida como forraje en las zonas cálidas, ha ampliado su distribución formando parte de la vegetación secundaria.

La introducción de la ganadería en los trópicos ha transformado el paisaje en un mosaico de campos de cultivo, potreros y remanentes de selva y matorrales (Guevara *et al.*, 1997). Estudios florísticos realizados en los potreros tropicales de Veracruz indican que la conversión de la selva para un uso

pecuario no necesariamente disminuye drásticamente la riqueza florística, aunque hay que enfatizar que la expansión ganadera provoca una cuantiosa y lamentable disminución del tamaño poblacional de numerosas especies nativas de la selva ocasionando un empobrecimiento de la biodiversidad (Lira-Noriega *et al.*, 2007).

Estudios sobre vegetación y flora de los potreros tropicales de Veracruz indican que las gramíneas son uno de los grupos predominantes tanto en el número de especies como en ocupar una mayor cobertura. *Cynodon plectostachyus* comúnmente llamado “pasto estrella” es una de las especies que se cultivan en los trópicos y cuando está sobrepastoreado tiende a ser invadido por gramíneas nativas (Martínez, 1980). Por otro lado los potreros de grama nativa, *Paspalum conjugatum*, son más ricos en especies que los cultivados. Las especies nativas que forman parte de los potreros tropicales son: *Acroceras zizanoides*, *Axonopus compressus*, *Axonopus fissifolius*, *Digitaria ciliaris*, *Homolepis aturensis*, *Ichnananthus pallens*, *Litachne pauciflora*, *Oplismenus hirtellus*, *Panicum frondescens* (sin. *Panicum stoloniferum*), *Panicum pilosum*, *Panicum trichanthus*, *Paspalum conjugatum*, *Paspalum plicatulum*, *Setaria parviflora*, y *Urochloa fusca* y las especies introducidas son: *Cynodon dactylon*, *Digitaria bicornis*, *Eleusine indica*, *Paspalum notatum*, *Rottboellia cochinchinensis*, y *Urochloa distachya* (Guevara *et al.*, 1994 y Lira-Noriega *et al.*, 2007).

Entre las especies que ocupan mayor cobertura en los potreros destacan gramíneas con crecimiento por medio de estolones, lo cual les permite cubrir grandes áreas y resistir el forrajeo del ganado (McIlroy, 1973): *Cynodon plectostachyus*, *Axonopus compressus*, *Axonopus fissifolius*, *Paspalum notatum*, *Paspalum conjugatum*.

Aunque no se ha realizado un estudio específico sobre gramíneas invasoras, Conabio (2008) tiene registradas para México 47 especies de gramíneas consideradas como invasoras. Para el estado de Veracruz se consideran 22 especies, lo que corres-

ponde al 47 % del total. Estas especies son: *Cenchrus ciliaris*, *Chloris gayana*, *Cynodon dactylon*, *Cynodon nlemfuensis*, *Cynodon plectostachyum*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Digitaria ciliaris*, *Echinochloa colona*, *Echinochloa pyramidalis*, *Eleusine indica*, *Hemarthria altissima*, *Melinis minutiflora*, *Panicum repens*, *Pennisetum clandestinum*, *Pennisetum polystachyum*, *Pennisetum purpureum*, *Rottboellia cochinchinensis*, *Setaria verticillata*, *Urochloa distachya*, *Urochloa maxima*, *Urochloa mutica*, *Urochloa reptans*.

CONSIDERACIONES FINALES

La deforestación de los bosques y selvas en el estado de Veracruz es favorable para las especies de gramíneas invasoras, las especies nativas son afectadas e incluso pueden ser desplazadas, afectando el tamaño de sus poblaciones y empobreciendo la biodiversidad. En estudios florísticos realizados en potreros tropicales se observa que los mismos potreros albergan gramíneas nativas; si el potrero es sobrepastoreado, las gramíneas nativas tienden a invadirlo pero cuando el potrero es de grama nativa, se observa que hay un mayor número de especies nativas en el mismo. Por lo cual es importante mencionar que es necesario realizar un estudio a nivel estatal sobre la biodiversidad florística en potreros tropicales y, sobre todo, en potreros de zonas templadas que no han sido estudiados, así como en las zonas perturbadas para conocer el impacto que tienen las especies de gramíneas invasoras en la flora nativa. De esta forma la lista de las especies invasoras, así como de las introducidas y/o cultivadas, se irá incrementando.

Para un mejor aprovechamiento de los potreros es necesario conocer la historia de vida de las gramíneas, que incluye: forma de crecimiento, la palatabilidad y capacidad de formar bancos de semillas en el suelo para comprender sus características estructurales y florísticas, así como la dinámica de la vegeta-

ción en la región ganadera. Otro aspecto muy importante para estudiar es el papel que juega el ganado en la dispersión de semillas, sobre todo de las gramíneas, las cuales son anemócoras (dispersión por el viento). Las semillas pueden adherirse al pelaje del ganado y de esta forma dispersarse (epizoócoras), otra forma de dispersión de las gramíneas se observa cuando se ingieren las panículas junto con el follaje y posteriormente son depositadas con las heces en sitios diferentes.

El impacto de la deforestación y del crecimiento urbano ha sido observado durante los recorridos y colecta de material botánico: se ha encontrado que en el lugar donde se colectó la especie que nos interesa, ahora está ocupada por un cultivo, es un terreno abandonado o existen viviendas. Tal es el caso del chiquián (*Rhipidocladum racemiflorum*), bambú nativo de amplia distribución en México y en el estado de Veracruz. Habita en bosque de encino, caducifolio y selva caducifolia, selva baja subcaducifolia y selva mediana. Durante las salidas de campo encontramos que en cuatro localidades donde fue colectado hace poco menos de 5 años, actualmente ya no existe esta especie, ya que el lugar es ocupado por cultivo, viviendas o está como terreno abandonado. Como este bambú es utilizado regionalmente en la elaboración de muebles y artesanías, su uso irracional ha disminuido las poblaciones naturales. De igual forma sucede con los bambúes *Aulonemia fulgor*, *Chusquea perotensis* y *Chusquea aperta* cuya distribución está limitada al bosque de pino de dos localidades en el estado de Veracruz. Actualmente los pobladores están extrayendo madera de estos bosques y se corre el riesgo de que en un futuro cercano estas especies desaparezcan de su hábitat natural. En situación similar se encuentran no sólo las gramíneas sino la flora estatal y nacional.

Otro punto importante es identificar la categoría de riesgo de las especies de gramíneas no exclusivamente del estado de Veracruz, sino a nivel nacional, ya que en la NOM-059 no están incluidas

todas las especies que deben ser, para lo que es necesaria la participación de los especialistas en gramíneas de los centros e institutos de investigación del país. Asimismo, se considera muy importante seguir desarrollando actividades de conservación *ex situ* de los diferentes grupos de gramíneas, tales como jardines botánicos y bancos de germoplasma que aseguren la existencia de material vivo, especialmente de especies endémicas y amenazadas. En este sentido es pertinente señalar que en el Jardín Botánico “Francisco Javier Clavijero” del Inencol se está formando la Colección Nacional de Bambúes Mexicanos, a partir de la cual han surgido estudios multidisciplinarios donde participan expertos en taxonomía, sistemática molecular, entomología y biotecnología.

La información recabada en este trabajo representa la punta de lanza a partir de la cual se podrán realizar diferentes estudios de tipo taxonómico, ecológico y de conservación, principalmente. Es evidente que, aunque el estado de Veracruz es una de las entidades mejor conocidas desde el punto de vista botánico, se requiere todavía de exploraciones botánicas en aquellos sitios que no han sido adecuadamente muestreados, especialmente por su difícil accesibilidad. Asimismo, se requiere realizar una revisión exhaustiva del material herborizado que se encuentra depositado en diferentes herbarios en el país y en el extranjero. Por último, poco se podrá avanzar, si no se logra que diferentes taxónomos provenientes de diversas instituciones académicas participen en la elaboración conjunta de la “Flora Agrostológica del estado de Veracruz”. En este sentido, las autoras esperamos que esta contribución, pueda motivar a estudiantes e investigadores a participar en la elaboración de los diferentes tratamientos taxonómicos que se requieren, así como de otros estudios.

LITERATURA CITADA

- CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2008, *Sistema de información sobre especies invasoras de México*. (<http://www.conabio.gob.mx/invasoras/index.php/Portada>).
- DAHLGREN, R.T.M., H.T. Clifford y P.F. Yeo, 1985, *The families of the monocotyledons: structure, evolution, and taxonomy*, Berlin, Springer-Verlag.
- DÁVILA, A., T. Mejía-Saulés, M. Gómez-Sánchez, J. Valdés-Reyna, J.J. Ortiz, C. Morín, J. Castrejón y A. Ocampo, 2006, *Catálogo de las Gramíneas de México*, UNAM/Conabio, 671 pp.
- GOULD, F.W. y R.B. Shaw, 1983, *Grass Systematics*, Texas A & M University Press, 2ª edición, Texas, EUA.
- GRASS Phylogeny Working Group (GPWG), 2001, Phylogeny and subfamilial classification of the Grasses (Poaceae), *Annals of the Missouri Botanical Garden* 88: 373-457.
- GUEVARA S., J. Meave, P. Moreno-Casasola, J. Laborde y S. Castillo, 1994, Vegetación y Flora de potreros en la Sierra de Los Tuxtlas, México, *Acta Botánica Mexicana* 28: 1-27.
- GUEVARA S., J. Laborde, D. Liesenfield y O. Barrera, 1997, Potreros y Ganadería, en E. González S., R. Dirzo y R.C. Vogt (eds.), *Historia Natural de Los Tuxtlas*, UNAM, México, pp. 43-58.
- LIRA-NORIEGA, A., S. Guevara, J. Laborde y G. Sánchez-Ríos, 2007, Composición florística en potreros de Los Tuxtlas, Veracruz, México, *Acta Botánica Mexicana* 80: 59-87.
- MARTINEZ, J., 1980, *Prácticas tradicionales de establecimiento y uso de los potreros en una región cálido-húmeda (Balzapote, Veracruz)*, tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias. UNAM, México, 57 pp.
- MCILROY, R.J., 1973, *Introducción al cultivo de los pastos tropicales*, Limusa, México, 168 pp.
- MEJÍA-SAULÉS, T., 1986, *Gramíneas forrajeras en la región central del estado de Veracruz*, Cuadernos de

- Divulgación núm. 22, Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, 66 pp.
- MEJÍA-SAULÉS, T. y P. Dávila, 1992, *Gramíneas útiles de México*, Cuadernos núm. 16, Instituto de Biología, UNAM, 298 pp.
- MEJÍA-SAULÉS, T. y J. Valdés-Reyna, 1994, Gramineae, en V. Sosa y A. Gómez-Pompa (comps.), *Lista Florística. Flora de Veracruz*, fascículo 82, Instituto de Ecología/Universidad de California, Riverside, CA., pp. 109-127.
- MEJÍA-SAULÉS, T., 2001, Poaceae I: Clave de Géneros, en *Flora de Veracruz*, fascículo 123, Instituto de Ecología/Universidad de California, Riverside, CA., 30 pp.
- MEJÍA-SAULÉS, T., G. Castillo C. y S. Avendaño R., 2002, New reports of Poaceae in the rocky substratum of municipality of Perote, Veracruz, Mexico, *Rhodora* 104: 304-308.
- RENVOIZE, S.A. y W. D. Clayton, 1992, Classification and evolution of grasses, en G. Chapman (ed.), *Grass Evolution and Domestication*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, U.K., pp. 3-37.
- RZEDOWSKI, J. y G. Calderon de Rzedowski, 1990, Nota sobre el elemento africano en la flora adventicia de México, *Acta Botánica Mexicana* 12: 21-24.
- RZEDOWSKI, J., 1991, Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México, *Acta Botánica Mexicana* 14: 3-21.
- SEMARNAT, 2002, Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL-2001), Protección Ambiental- Especies nativas de México: Flora y Fauna silvestres- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (<http://www.semarnat.gob.mx>).
- SODERSTROM, T.R., E. Judziewicz y L. Clark, 1988, Distribution patterns in Neotropical bamboos, en *Proceedings of the Neotropical Biotic Distribution Pattern Workshop*. Río de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências, pp. 121-125.
- SOSA, V. y A. Gómez-Pompa (comps.), 1994, *Lista Florística. Flora de Veracruz*, fascículo núm. 82, Instituto de Ecología/Universidad de California, Riverside, CA., 245 pp.
- TZVELEV, N.N., 1989, The system of grasses (Poaceae) and their evolution, *Botanical Review* 55: 141-203.
- VALDÉS-REYNA, J. y M.E. Barkworth, 2002, Poaceae II: Pooideae: Tribu Stipeae, en *Flora de Veracruz*, fascículo núm. 127, Instituto de Ecología/Universidad de California, Riverside, CA., 28 pp.
- WATSON, L. y M.J. Dallwitz, 1992, *The grass genera of the world*, CAB International, Wallingford, U. K.
- WATSON, L. y M.J. Dallwitz, 1999, *Grass genera of the world: Descriptions, Illustrations, Identification, and Information Retrieval; including Synonyms, Morphology, Anatomy, Physiology, Phytochemistry, Cytology, Classification, Pathogens, World and Local Distribution, and References*. ([http:// biodiversity.uno.edu/delta/Version](http://biodiversity.uno.edu/delta/Version): 18 agosto 1999).
- ZULOAGA, F.O., O. Morrone, G. Davise, T.S. Filgueiras, P.M. Peterson, R.J. Soreng y E. Judziewicz, 2003, Catalogue of New World Grasses (Poaceae): III. Subfamilies Panicoideae, Aristidoideae, Arundinoideae, and Danthonioideae, *Contributions from the United States National Herbarium* 46: 1-662.

Diversidad y distribución de las Bromeliáceas



Mario Adolfo Espejo-Serna
Ana Rosa López-Ferrari

INTRODUCCIÓN

La familia Bromeliaceae está constituida por cerca de 56 géneros y aproximadamente 3 086 especies (Luther, 2006), restringidos al Nuevo Mundo con excepción de *Pitcairnia feliciana* (A. Chev.) Harms & Mildbr. que habita en África. De México se han reportado entre 18 y 23 géneros y entre 326 y 342 especies (Espejo y López-Ferrari, 1994, 1998; Espejo *et al.*, 2004) de los cuales, se conocen de Veracruz 14 y 91, respectivamente (cuadro1).

La familia es interesante desde el punto de vista ecológico debido al hábito epífito de muchas de sus especies, así como a las diversas adaptaciones que presentan para vivir en hábitats xéricos (Benzing, 2000) y a los diversos nichos que ocupan en la vegetación, los que al mismo tiempo ofrecen a otros miembros de la comunidad. Desde el punto de vista económico, algunas especies como la piña (*Ananas sativus* Schult. & Schult. f.), el timbiriche (*Bromelia karatas* L.), la pita (*Aechmea magdalenae* [André] André ex Baker) o el heno (*Tillandsia usneoides* [L.]

L.), son importantes ya que generan recursos a nivel local y representan una fuente de ingresos alternativa para muchas comunidades o incluso, como es el caso de la piña, forman una parte fundamental de la economía estatal.

En lo que toca a su clasificación, la familia se ha dividido tradicionalmente en tres subfamilias, Pitcairnioideae, Bromelioideae y Tillandsioideae, las tres representadas en Veracruz. La monofilia de la familia ha sido corroborada por distintos estudios tanto morfológicos (Dahlgren *et al.*, 1985) como moleculares con ADN de cloroplasto (*cpADN*), aunque los grupos recuperados tienen una diferente composición de las subfamilias (Ranker *et al.*, 1990; Chase *et al.*, 1993, 1995a; Barfuss *et al.*, 2005).

DIVERSIDAD

De los géneros presentes en México, *Ursulaea*, con dos especies, es endémico. *Hechtia* tiene su centro de diversidad en el país, con 50 de las 53 especies

conocidas, 47 de las cuales son endémicas del territorio nacional. Los géneros con el mayor número de especies en la república mexicana son *Tillandsia* (192 spp.), *Hechtia* (50 spp.) y *Pitcairnia* (45 spp.) (cuadro 1). Los estados con el mayor número de especies son Oaxaca (135 spp.), Chiapas (121 spp.), Veracruz (91 spp.), Guerrero (88 spp.), Jalisco (72 spp.) y Puebla (58 spp.). Las entidades del país con los números más altos de especies endémicas son Oaxaca (30 spp.), Guerrero (21 spp.), Chiapas (17 spp.) y Veracruz (8 spp.). En general, es posible observar un decremento en el número de géneros y de especies de sur a norte y de este a oeste.

CUADRO 1. Número de especies por género a nivel nacional y estatal.

GÉNERO	NÚM. DE ESPECIES EN MÉXICO	NÚM. DE ESPECIES EN VERACRUZ
<i>Aechmea</i>	8	6 (75 %)
<i>Androlepis</i>	1	1 (100 %)
<i>Bromelia</i>	4	2 (50 %)
<i>Catopsis</i>	14	9 (64.2 %)
<i>Fosterella</i>	1	1 (100 %)
<i>Greigia</i>	2	2 (100 %)
<i>Guzmania</i>	2	1 (50 %)
<i>Hechtia</i>	50	5 (10 %)
<i>Pepinia</i>	2	2 (100 %)
<i>Pitcairnia</i>	45	7 (15.5 %)
<i>Racinaea</i>	2	2 (100 %)
<i>Tillandsia</i>	215	46 (21.4 %)
<i>Vriesea</i>	2	2 (100 %)
<i>Werauhia</i>	7	5 (71.4 %)

A lo largo de casi 10 años revisamos, cotejamos la determinación y capturamos en una base de datos toda la información de los especímenes de herbario procedentes del estado de Veracruz, depositados en las siguientes colecciones institucionales: Ministry of Science, Academy of Sciences (AA), Jardin Botanique National de Belgique (BR), Universidad Autónoma Chapingo, División de Ciencias Forestales (CHAP), Centro de Investigacion Científica de Yucatan, A.C. (CICY), Escuela Nacional Ciencias Biológicas, Instituto Politéc-

nico Nacional (ENCB), Field Museum of Natural History, Botany Department (F), Herbario de la Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México (FCME), Gray Herbarium Harvard University (GH), Universidad de Guadalajara (IBUG), Instituto de Ecología, A.C., Centro Regional del Bajío (IEB), Kew Royal Botanic Gardens (K), University of Texas at Austin, Plant Resources Center (LL), Universidad Nacional Autónoma de Mexico, Departamento de Botánica (MEXU), Missouri Botanical Garden (MO), Museum National d'Histoire Naturelle, Departement de Systematique et Evolution (P), Marie Selby Botanical Gardens (SEL), University of Texas at Austin, Plant Resources Center (TEX), Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa, Departamento de Biología (UAMIZ,) University of California (UC), Smithsonian Institution, Department of Botany (US), Universitaet Wien (WU) e Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, Veracruz (XA) (Holmgren *et al.*, 1990). Revisamos un total de 3 634 pliegos de herbario, correspondientes a 2 318 recolecciones diferentes.

Con el fin de llevar a cabo el análisis de la distribución de las especies, los datos referentes a la ubicación geográfica (geoposición) de los sitios de colecta se obtuvieron directamente de las etiquetas de los especímenes de herbario y en el caso de que no existieran, se utilizaron mapas topográficos escala 1:250 000 (INEGI, cartas F14-5, F14-6, F14-8, F14-9, F14-11, F14-12, E14-3, E14-6, E15-4, E15-5, E15-7, E15-8, E15-10) para ubicar las localidades y obtener las coordenadas de la forma más precisa posible. Con estos datos y utilizando el programa ArcView GIS 8 (ESRI, 2003), se cotejó la ubicación municipal y se elaboró el mapa de distribución de las especies.

En Veracruz, las Bromeliaceae están representadas por 91 especies y 14 géneros silvestres (Espejo *et al.*, 2005) lo cual corresponde al 26.6 y al 77.8 %, respectivamente del total nacional y al 2.9 y al 25 % del total mundial. Los géneros con mayor número de especies en la entidad son *Tillandsia* (46), *Catopsis* (9), *Pitcairnia* (7) y *Aechmea* (6). *Androlepis*, *Fosterella*, *Greigia*, *Pepinia*, *Racinaea* y *Vriesea* tienen

representadas en Veracruz el 100 % de sus especies mexicanas y existen ocho taxa endémicos del estado: *Hechtia myriantha* Mez, *H. purpusii* Brongn. ex Lem., *H. stenopetala* Klotzsch, *Pitcairnia densiflora* Brongn. ex Lem., *P. schiedeana* Baker, *Tillandsia alvareziae* Rauh, *T. botterii* E. Morren ex Baker y *T. novakii* H. Luther, esta última, endémica del municipio de Cerro Azul (figura 1). Es notable que de las cinco especies de *Hechtia* y de las siete de *Pitcairnia* reportadas para el estado, tres (60 %) y dos (28.6 %) respectivamente, son endémicas del mismo.

novakii H. Luther, esta última, endémica del municipio de Cerro Azul (figura 1). Es notable que de las cinco especies de *Hechtia* y de las siete de *Pitcairnia* reportadas para el estado, tres (60 %) y dos (28.6 %) respectivamente, son endémicas del mismo.

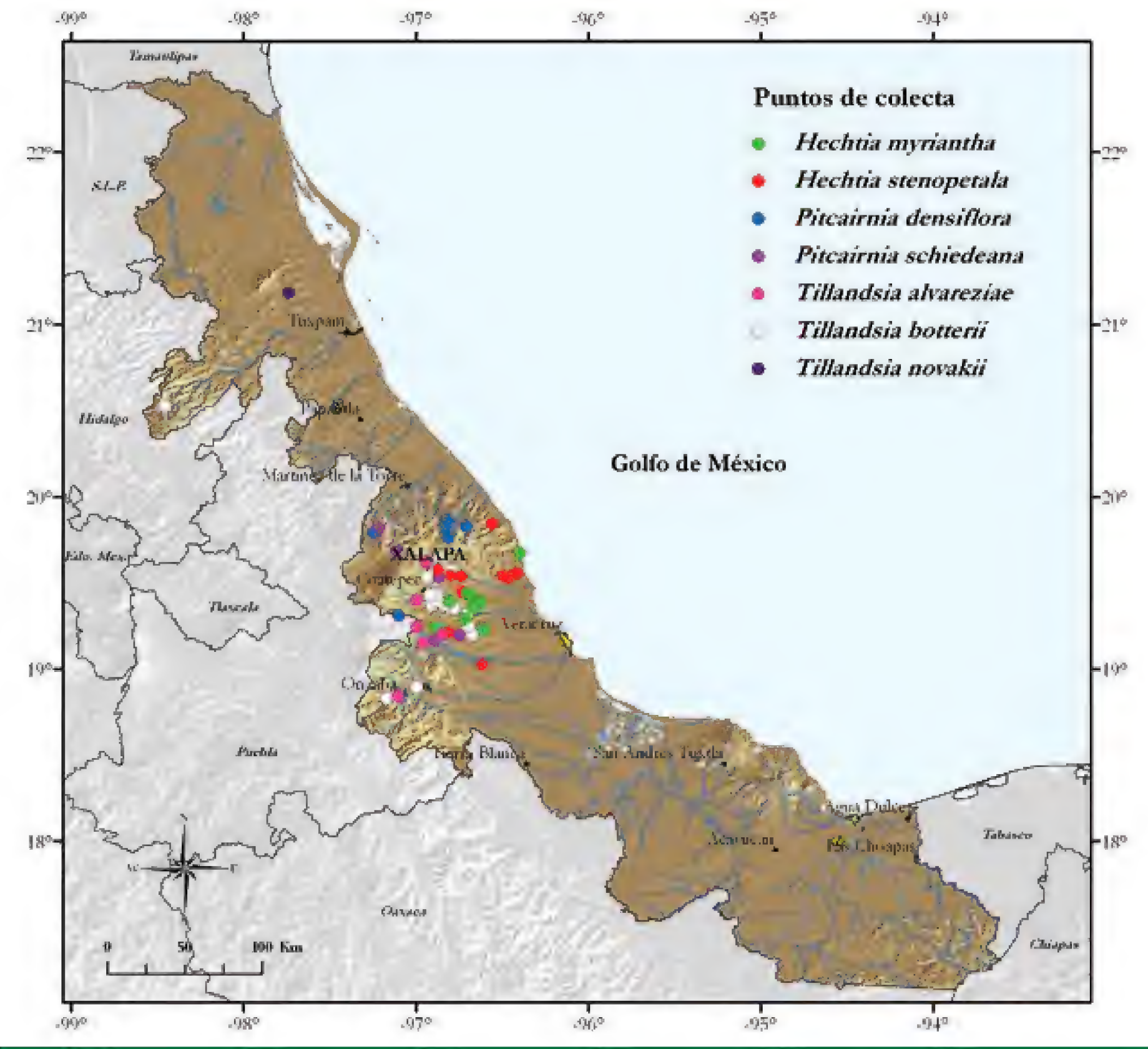


FIGURA 1. Especies endémicas de Veracruz.

DISTRIBUCIÓN

En cuanto a su distribución conocida, podemos señalar que la mayoría de los registros de Bromeliaceae se concentra en la parte central del estado y en la región de Los Tuxtlas, y a lo largo de las diversas carreteras que lo recorren (figura 2).

De los 210 municipios que conforman al estado, sólo 129 (61.4 %) cuentan con registros de la familia depositados en alguna colección institucional nacional o extranjera. Para ocho de estos últimos (Totutla, San Andrés Tuxtla, Orizaba, Xalapa, Catemaco, Coatepec, Emiliano Zapata y Uxpapapa) se tienen registradas más de 25 especies, en tanto que para 70 (54.3 %) sólo se conocen cinco taxa o menos y en 23 (17.8 %) se cuenta con colecciones de un solo taxón (cuadro 2).

Es notable que de la mitad de las colectas disponibles y usadas para el análisis, el 51 % se concentra en trece municipios (10 %) de los 129 para los que se tienen registros (cuadro 3). Además, casi el 76 % de las colectas conocidas proviene de 31 municipios (cuadro 2). Lo anterior representa tan sólo el 14.7 % del total de municipios que integran el estado y el 24 % de los municipios para los cuales se tienen registros. Esto refleja la gran heterogeneidad en la distribución de las recolecciones en la entidad y evidencia la preferencia en la selección de los sitios de colecta, quizás como resultado de la accesibilidad de algunas de las localidades (figura 2).

Es posible decir que la representación de las especies en las colecciones institucionales revisadas es, en términos generales aceptable, ya que de los 91 taxa presentes en el estado, 58 (63.7 %) cuentan con 10 o más registros, en tanto que sólo cuatro están representados únicamente por un espécimen (apéndice VIII.10). Trece especies cuentan con más de 50 ejemplares (apéndice VIII.10). Sin embargo, a pesar de esto, recientemente se han obtenido de la región de Los Tuxtlas nuevos registros para la fami-

lia como resultado de un proyecto posdoctoral (Krömer *et al.*, 2005) así como el hallazgo de dos nuevas especies de los géneros *Hechtia* (Espejo *et al.*, 2007) y *Werauhia* (Krömer *et al.*, 2007).

RIQUEZA POR TIPO DE VEGETACIÓN

Las bromeliáceas crecen prácticamente en todos los tipos de vegetación presentes en el estado (Rzedowski, 1978), incluyendo los manglares y las zonas de dunas costeras. Una buena parte de las especies pueden encontrarse en varios tipos de vegetación, sin embargo hay otras que crecen de manera exclusiva en ciertas condiciones ambientales y ecológicas. Así, *Aechmea magdalenae* (André) André ex Baker, *Androlepis skinneri* (K. Koch) Houliet, *Catopsis wawraeana* Mez, *Pepinia punicea* (Scheidw.) Brongn. ex André, *Pitcairnia undulata* Scheidw., *Tillandsia festucoides* Brongn. ex Mez, *T. flavobracteata* Matuda, *T. pruinosa* Sw., *T. variabilis* Schltdl., *Vriesea heliconioides* (Kunth) Hook. ex Walp. y *V. malzinei* E. Morren, se conocen únicamente de bosques tropicales perennifolios. *Catopsis nitida* (Hook.) Griseb., *C. wangerinii* Mez et Wercklé ex Mez, *Greigia juareziana* L. B. Sm., *Racinaea adscendens* (L. B. Sm.) M. A. Spencer & L. B. Sm., *Tillandsia belloensis* W. Weber y *Tillandsia foliosa* M. Martens & Galeotti habitan sólo en bosques mesófilos de montaña. *Tillandsia macdougallii* L. B. Sm. y *T. macrochlamys* Baker se conocen únicamente de bosques de coníferas.

Entre los taxa de hábito terrestre, *Hechtia stenopetala* Klotzsch y *H. purpusii* Brandegees crecen sólo en bosques tropicales caducifolios, mientras que *Hechtia bracteata* Mez y *H. perotensis* I. Ramírez & Martínez-Correa prosperan únicamente en matorrales xerófilos. *Tillandsia bulbosa* Hook. se conoce hasta el momento sólo de los manglares del sur del estado, en la frontera tabasqueña.

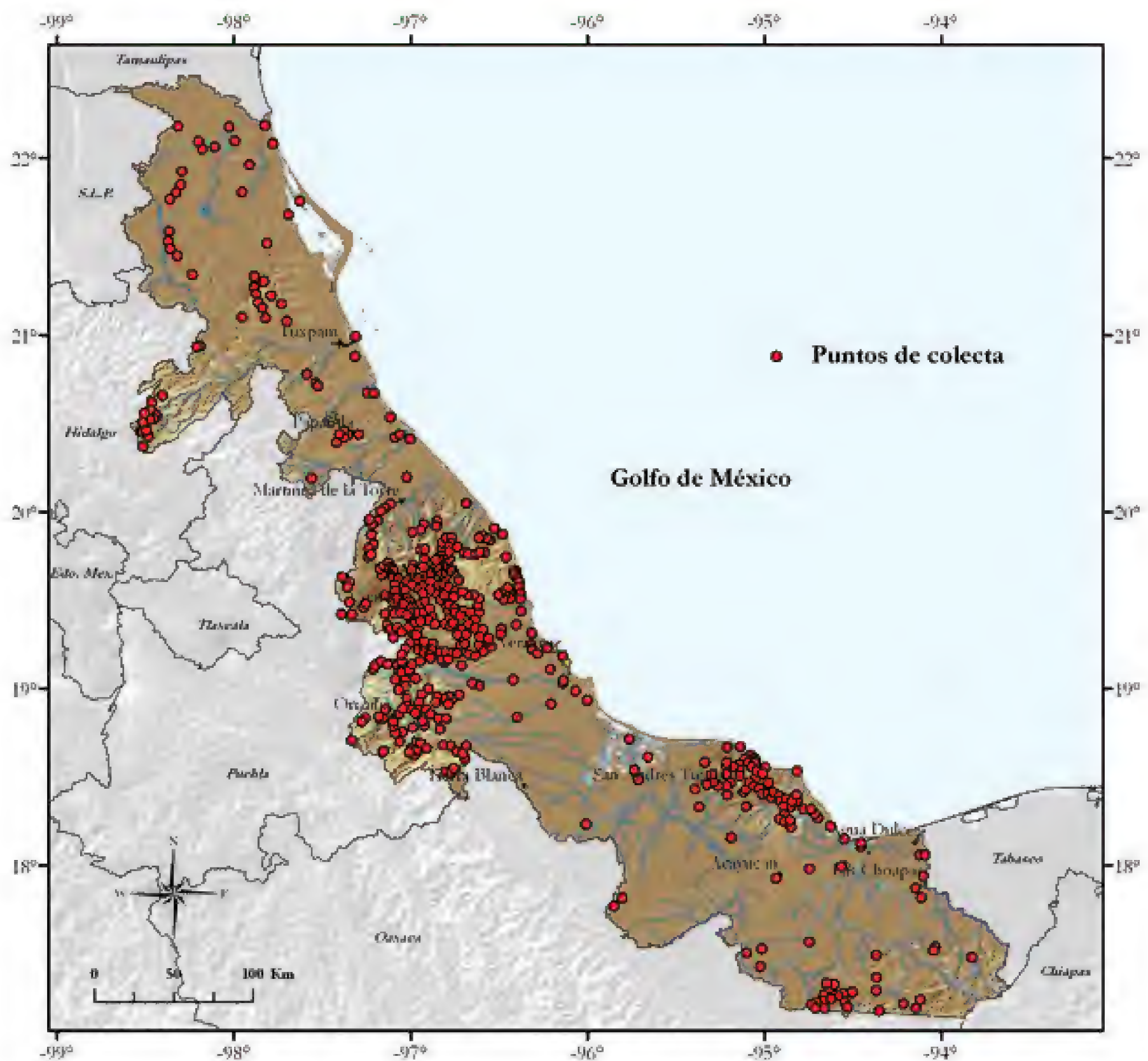


FIGURA 2. Recolecciones totales de Bromeliaceae en el estado.

USOS E IMPORTANCIA ECONÓMICA

Los taxa de la familia en la entidad constituyen recursos naturales importantes desde el punto de vista económico. De hecho, Veracruz es el principal estado piñero de México, aportando más del 65 % de la producción nacional. Los municipios

de Juan Rodríguez Clara, Isla y José Azueta, en la cuenca del Papaloapan, concentran cerca del 75 % del aprovechamiento de este recurso. Además, en Catemaco se cultivan algunas variedades ornamentales de la piña. Otras especies más como *Tillandsia deppeana* Steud. y *T. usneoides* (L.) L., por mencionar algunas, son usadas tradicionalmente en distintas

CUADRO 2. Número de especies, de ejemplares y de colectas por municipio.

MUNICIPIO	NÚM. DE ESPECIES	NÚM. DE EJEMPLARES	NÚM. COLECTAS	MUNICIPIO	NÚM. DE ESPECIES	NÚM. DE EJEMPLARES	NÚM. COLECTAS
Acajete	10	45	21	Maltrata	7	12	8
Acatlán	2	3	3	Martínez de la Torre	1	3	1
Acayucan	1	1	1	Mecayapan	7	11	9
Actopan	17	110	71	Medellín	4	11	7
Acula	3	11	3	Minatitlán	2	3	2
Acultzingo	6	47	24	Misantla	8	12	8
Agua Dulce	2	5	2	Naolinco	21	61	35
Alto Lucero	12	24	17	Nogales	3	4	3
Altotonga	2	7	3	Omealca	1	1	1
Alvarado	2	2	2	Orizaba	32	101	73
Amatitlán	1	2	1	Ozuluama	4	6	4
Amatlán de los Reyes	16	63	46	Pajapan	5	9	8
Ángel R. Cabadas	1	1	1	Pánuco	8	17	14
Agazapan	7	10	8	Papantla	6	16	11
Atoyac	8	23	11	Paso de Ovejas	5	11	6
Atzacan	12	35	13	Paso del Macho	6	10	9
Banderilla	5	25	16	Perote	8	27	22
Calcahualco	9	40	23	Playa Vicente	2	4	2
Camarón de Tejeda	3	4	3	Pueblo Viejo	5	15	7
Castillo de Teayo	2	2	2	Puente Nacional	18	131	55
Catemaco	26	132	81	Rafael Lucio	3	4	4
Cazones de Herrera	2	2	2	Río Blanco	3	25	7
Cerro Azul	2	2	2	San Andrés Tenejapa	1	2	1
Citlaltépetl	2	6	2	San Andrés Tuxtla	33	214	148
Coacoatzintla	8	19	12	Santiago Tuxtla	6	13	12
Coatepec	26	106	83	Soledad de Doblado	1	1	1
Coatzacoalcos	5	13	5	Soteapan	17	50	42
Coetzala	4	7	4	Tampico Alto	2	2	2
Comapa	9	15	10	Tantima	1	1	1
Córdoba	20	91	51	Tantoyuca	3	4	3
Cosamaloapan	1	1	1	Tatatila	2	2	2
Cosautlán de Carbajal	7	14	8	Tecolutla	5	9	6
Coscomatepec	7	24	12	Temapache	4	9	4
Cotaxtla	2	6	2	Tempoal	5	11	6
Coxquihui	1	1	1	Tenampa	2	5	2
Cuichapa	1	2	1	Tenochtitlán	3	3	3
Chiconquiaco	6	13	12	Teocelo	19	84	54
Chicontepec	4	8	5	Tepetlán	5	6	5
Chocamán	2	7	4	Tepetzintla	5	11	10
Chontla	2	5	2	Tequila	6	15	7
El Higo	8	11	10	Tezonapa	14	20	18
Emiliano Zapata	26	148	88	Tihuatlán	2	3	2
Fortín	13	38	25	Tlacolulan	1	4	2
Gutiérrez Zamora	1	7	2	Tlacotalpan	2	2	2
Hidalgotitlán	1	1	1	Tlacotepec de Mejía	6	14	6
Huatusco	10	33	24	Tlalnelhuayocan	16	58	38
Huayacocotla	11	36	23	Tlaltetela	16	39	22
Hueyapan	1	1	1	Tlapacoyan	11	32	17
Huiloapan de Cuauhtémoc	8	23	12	Tlilapan	1	2	1
Ixhuacán de los Reyes	12	21	18	Tonayán	3	4	3
Ixhuatlán del Café	2	5	4	Totutla	36	203	109
Ixhuatlancillo	1	1	1	Túxpam	1	2	2
Ixtaczoquitlán	8	11	9	Úrsulo Galván	1	1	1
Jalcomulco	23	106	74	Uxpanapa	26	364	197
Jáltipan	1	1	1	Vega de Alatorre	9	20	13
Jesús Carranza	8	16	13	Veracruz	3	19	11
Jilotepec	21	105	48	Villa Aldama	3	8	4
Juchique de Ferrer	17	36	27	Xalapa	29	155	97
La Antigua	3	3	3	Xico	15	66	47
Landero y Coss	2	3	2	Xoxocotla	1	1	1
Las Choapas	16	38	31	Yanga	1	3	1
Las Minas	11	49	24	Yecuatla	16	64	39
Las Vigas de Ramírez	4	18	10	Zongolica	10	15	13
Los Reyes	1	1	1	Sin municipio	24	56	40
Magdalena	2	2	2				

ceremonias y arreglos religiosos. Muchos otros taxa, debido a lo llamativo de sus inflorescencias (*e.g.* *Tillandsia imperialis* E. Morren ex Roetzl, *T. multicaulis* Steud., *T. deppeana* Steud., *T. gymnobotrya* Baker) son objeto de comercio en distintos mercados del centro del estado como los de las ciudades de Xalapa, Coatepec, Fortín, Orizaba, etc., y se utilizan también como plantas de ornato.

Además de las especies silvestres, varios taxa exóticos son objeto de comercio y cultivo en el estado. Entre éstos podemos mencionar a *Aechmea fasciata* (Lindl.) Baker, *Ananas comosus* (L.) Merrill, *Vriesea splendens* (Brongn.) Lem., *Tillandsia cyanea* Linden ex K. Koch y *Cryptanthus fosterianus* L. B. Sm.

CONSERVACIÓN

Respecto al estado de conservación de los representantes de la familia en la entidad, podemos decir que, junto con las orquídeas, constituyen un grupo botánico muy vulnerable ante las diferentes acciones humanas. Es por todos sabido que en México algunos de los ecosistemas mayormente afectados por las actividades humanas son los bosques tropical perennifolio, tropical caducifolio y mesófilo de montaña, particularmente ricos en recursos y por lo mismo preferidos por el hombre para sus actividades agropecuarias, tales como la introducción y el cultivo de especies exóticas, como el café y la caña de azúcar, o el desmonte de grandes extensiones de tierra para su uso como potreros. En este aspecto Veracruz ha sido, desde hace muchos años, uno de los estados más severamente afectados ya que, junto con otros del sureste mexicano, ha sufrido los efectos del crecimiento de la superficie de pastizales a costa de la cobertura forestal; se tienen datos de que para la década de los 90 del siglo pasado casi 2.9 millones de hectáreas de selva húmeda, 50 % de la superficie de Veracruz, se habían convertido en potreros (Barrera-Bassols y Rodríguez, 1993).

De acuerdo con Toledo y Ordóñez (1998), en el trópico húmedo veracruzano el 26.3 % de su superficie se dedica a actividades agrícolas, el 30.9 % a actividades ganaderas y el 41.6 % conserva la vegetación forestal natural, lo que coloca a la entidad como una de las más afectadas por la transformación de sus comunidades vegetales primarias.

Otro de los problemas relacionados con la conservación de las bromeliáceas veracruzanas es la extracción no controlada de plantas, generalmente en estado reproductivo, de sus poblaciones naturales. Las bromeliáceas han sido objeto de interés, sobre todo en los últimos años, por parte de los horticultores y aficionados, por lo que su demanda se ha incrementado. Es cada vez más común encontrarlas a la venta, junto con orquídeas y otras plantas como aráceas y palmas, en muchos mercados en diferentes regiones del país.

CUADRO 3. Municipios con más de 50 colectas

MUNICIPIO	NÚM. DE COLECTAS
Córdoba	51
Teocelo	54
Puente Nacional	55
Actopan	71
Orizaba	73
Jalcomulco	74
Catemaco	81
Coatepec	83
Emiliano Zapata	88
Xalapa	97
Totutla	109
San Andrés Tuxtla	148
Uxpanapa	197

En particular para Veracruz, Flores-Palacios y Valencia-Díaz (2007), presentan datos sobre el comercio de epífitas, entre ellas las bromeliáceas, en la región de Xalapa y Coatepec. En sus resultados, dichos autores enlistan 25 especies de la familia que son objeto de comercio ilegal en varios mercados de esta zona de Veracruz y mencionan que, junto con las aráceas y las orquídeas, son las plantas con mayor demanda.



LÁMINA 1. A. *Aechmea bracteata* (Sw.) Griseb.; B. *Tillandsia schiedeana* Steud.; C. *Tillandsia gymnotrya* Baker; D. *Tillandsia lei-boldiana* Schltdl. Especies de amplia distribución en el estado (Fotos A, B y C: A. Espejo; Foto: D: A. Mendoza R.).



LÁMINA 2. A. *Pitcairnia recurvata* (Scheidw.) K. Koch; B. *Tillandsia macrochlamys* Baker; C. *Greigia vanhyningii* L. B. Sm. Especies de distribución restringida en el estado (Foto A: Germán Carnevali; Foto: B y C: A. Espejo).

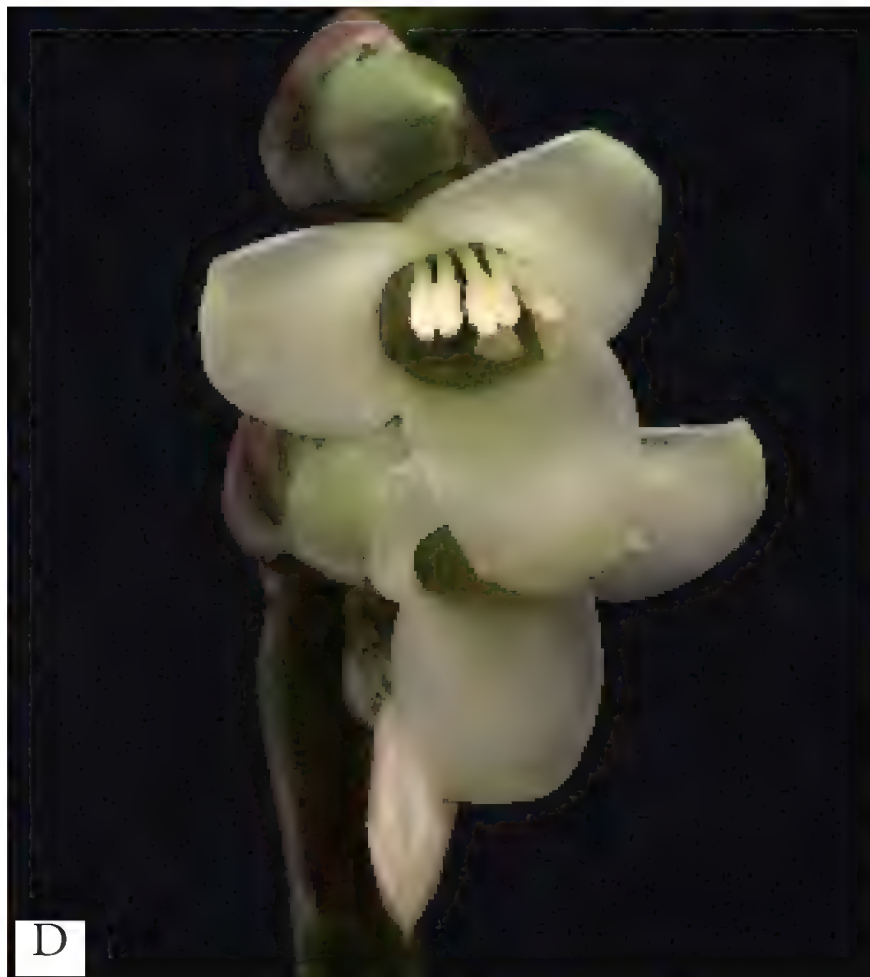


LÁMINA 3. A. *Hechtia myriantha* Mez; B. *Hechtia perotensis* Ramírez & Martínez-Correa; C. *Hechtia purpusii* Brandegees; D. *Werauhia noctiflorens* Krömer, Espejo, López-Ferrari & Acebey. A y C. Especies endémicas de Veracruz; B y D. Especies recientemente descritas cuyos tipos provienen de Veracruz (Fotos A, B, y C: A. Espejo; Foto: D: T. Krömer).

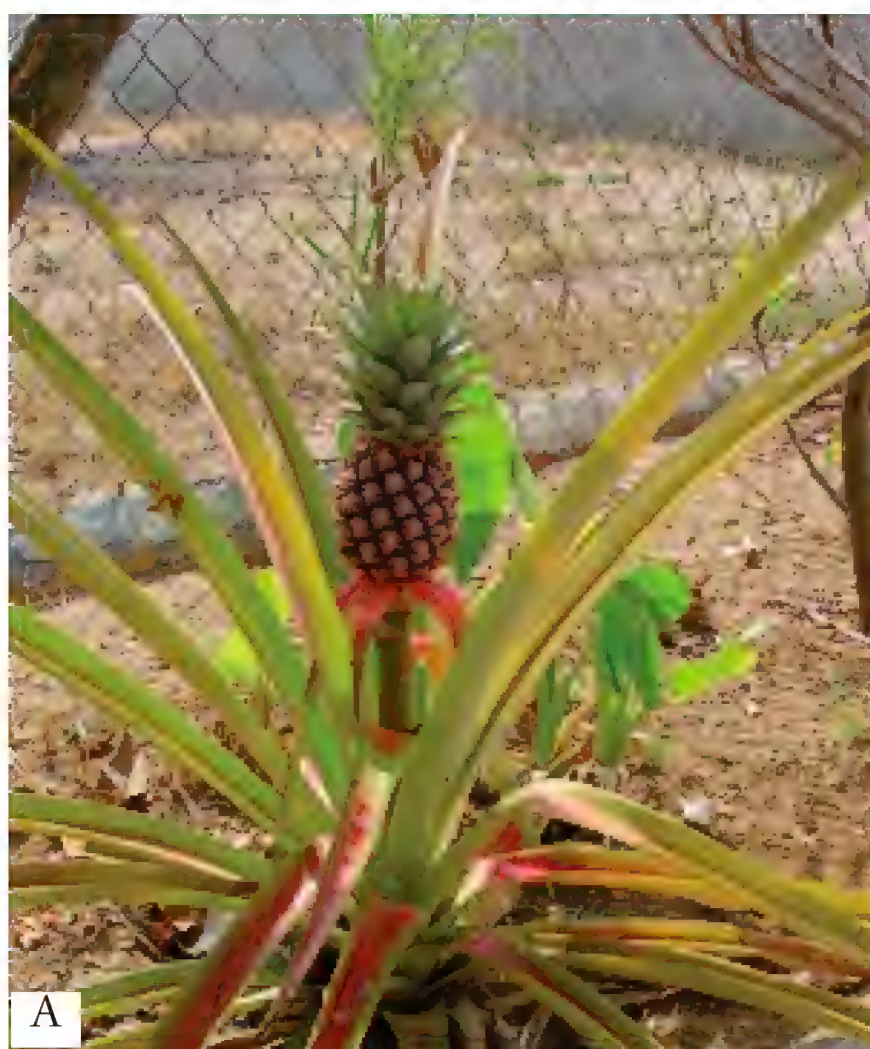


LÁMINA 4. A. *Ananas comosus* (L.) Merrill; B. *Bromelia pinguin* L.; C. *Tillandsia deppeana* Steud.; D. *Tillandsia punctulata* Schltdl. & Cham. Especies con importancia económica en el estado (Fotos: A. Espejo).

CONSIDERACIONES FINALES

Una alta proporción de los taxa de Bromeliaceae que crece en Veracruz se concentra en las zonas tropicales húmedas del estado y sus poblaciones se han visto severamente afectadas por el actual uso del suelo. Las diversas actividades agrícolas y ganaderas que se han realizado en la entidad, particularmente a partir de 1920 y como resultado de la introducción de razas cebuínas mejoradas y de especies forrajeras exóticas y agresivas, han propiciado la deforestación de extensas áreas (Reveal-Mouroz, 1980). Esto ha tenido un efecto directo sobre las poblaciones de muchas especies vegetales silvestres, entre ellas las bromeliáceas. Es importante recordar que el 67 % de los taxa veracruzanos de esta familia lo constituyen plantas epífitas y desaparecen al eliminar a las especies arbóreas con las cuales se asocian.

Es necesario promover la conservación de las escasas zonas con vegetación primaria que todavía persisten en el estado, entre ellas las regiones de Los Tuxtlas y de Uxpanapa, consideradas como dos de los reductos importantes de selvas en México y que todavía conservan un alto porcentaje de especies silvestres (Toledo y Ordóñez, 1998). Buscar opciones para la conservación de estas áreas ha sido reiteradamente sugerido por los especialistas en el estudio de las selvas tropicales. De acuerdo con Guevara y colaboradores (2004), “es posible conservar la selva desde fuera de la selva”, de modo que se pueda tener “... un conjunto de fragmentos de selva, de campos de cultivo y acahuales integrados gracias a facilitadores de conectividad como son los árboles aislados, la selva de galería, las cercas vivas y las plantaciones forestales y de frutales...”, lo que a largo plazo podría ayudar a “... mantener [...] un porcentaje muy alto y representativo de la biodiversidad natural original, aun sin detener las actividades agropecuarias”.

Finalmente, cabe señalar que si bien se cuenta ya con un inventario bastante completo de las brome-

liáceas veracruzanas, queda todavía mucho trabajo pendiente sobre aspectos de su biología y ecología y es urgente, además, encontrar estrategias para el aprovechamiento adecuado de este recurso sin mermar sus posibilidades de supervivencia en las poblaciones naturales.

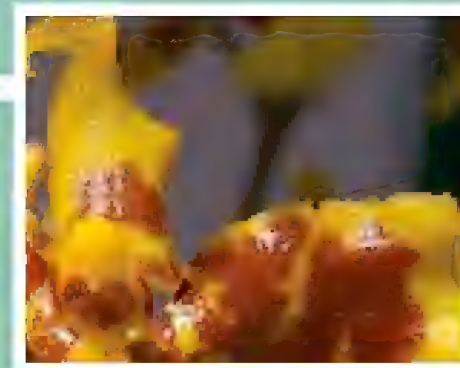
AGRADECIMIENTOS. Deseamos expresar nuestro agradecimiento a Germán Carnevali, a Thorsten Krömer y a Aniceto Mendoza Ruiz por permitirnos incluir en este capítulo algunas de sus fotografías. A los curadores de los herbarios AA, BR, CHAP, CICY, ENCB, F, FCME, GH, IBUG, IEB, K, LL, MEXU, MO, P, SEL, TEX, UAMIZ, UC, US, WU y XAL, por todas las facilidades otorgadas para la consulta de los ejemplares depositados en sus colecciones.

LITERATURA CITADA

- BARFUSS, M.H., R. Samuel, W. Till y T.F. Stuessy, 2005, Phylogenetic relationship in subfamily Tillandsioideae (Bromeliaceae) based on DNA sequence data from seven plastid regions, *American Journal of Botany* 92: 337-351.
- BARRERA-BASSOLS, N. y H. Rodríguez, 1993, *Desarrollo y medio ambiente en Veracruz. Impactos ecológicos y culturales de la ganadería en Veracruz*, CIESAS-GOLFO/ Instituto de Ecología/Fundación Friedrich Eber.
- BEER, J.G., 1856 “1857”, *Die Familie der Bromeliaceen*, Tendler & Comp. Wien.
- BENZING, D.H., 2000, *Bromeliaceae: Profile of an adaptive radiation*, Cambridge University Press, U. K.
- CHASE, M.W., D.E. Soltis, R.G. Olmstead, D. Morgan, D.H. Les, B.D. Mishler, M.R. Duvall, R. Price, H.G. Hills, Y. Qui, K.A. Kron, J.H. Rettig, E. Conti, J.D. Palmer, J.R. Manhart, K.J. Sytsma, H.J. Michaels, W.J. Kress, K.G. Karol, W.D. Clark, M. Hedren, B.S. Gaut, R.K. Jansen, K. Kim, C.F. Wimpsee, J.F. Smith, G.R. Furnier, S.H. Strauss, Q.

- Xiang, G.M. Plunkett, P.S. Soltis, S.M. Swensen, S.E. Williams, P.A. Gadek, C.J. Quinn, L.E. Eguiarte, E. Golenberg, G.H. Learn, Jr., S. Graham, S.C.H. Barrett, S. Dayanandan y V.A. Albert, 1993, Phylogenetics of seed plants: An analysis of nucleotide sequences from the plastid gene *rbcL*, *Annals of Missouri Botanical Garden* 80: 528-580.
- CHASE, M.W., M.R. Duvall, H.G. Hills, J.G. Conran, A.V. Cox, L.E. Eguiarte, J. Hartwell, M.F. Fay, L.R. Caddick, K.M. Cameron y S. Hoot, 1995, Molecular systematics of Lilianae, en P.J. Rudall, P.J. Cribb, D.F. Cutler y C.J. Humphries (eds.), *Monocotyledons: Systematics and Evolution*. Royal Botanic Gardens, Kew, pp. 109-137
- DAHLGREN, R.M.T., H.T. Clifford y P. Yeo, 1985, *The Families of the Monocotyledons*, Springer Verlag, Berlin.
- ESPEJO, A. y A.R. López-Ferrari, 1994, *Las Monocotiledóneas Mexicanas, una Sinopsis Florística. 1. Lista de Referencia*. Parte III: Bromeliaceae, Burmanniaceae, Calochortaceae y Cannaceae, Consejo Nacional de la Flora de México/ Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.
- , 1998, Current floristic and phytogeographic knowledge of Mexican Bromeliaceae, *Revista de Biología Tropical* 46: 493-513.
- ESPEJO, A., A.R. López-Ferrari, I. Ramírez M., B.K. Holst, H. Luther y W. Hill, 2004, Checklist of Mexican Bromeliaceae with notes on species distribution and levels of endemism, *Selbyana* 25: 33-86.
- ESPEJO, A., A.R. López-Ferrari y I. Ramírez M., 2005, Bromeliaceae en *Flora de Veracruz* 136: 1-307, Instituto de Ecología, Xalapa, Veracruz y Universidad de California, Riverside, California.
- ESPEJO, A., A.R. López-Ferrari, I. Ramírez M. y N. Martínez-Correa, 2007, Dos nuevas especies de *Hechtia* (Bromeliaceae) de México, *Acta Botánica Mexicana* 78: 97-109.
- FLORES-PALACIOS, A. y S. Valencia-Díaz, 2007, Local illegal trade reveals unknown diversity and involves a high species richness of wild vascular epiphytes. *Biological Conservation* 136: 372-387.
- GUEVARA SADA, S., J. Laborde y G. Sánchez-Ríos (eds.), 2004, *Los Tuxtlas. El paisaje de la sierra*, Instituto de Ecología y Unión Europea, Xalapa, Veracruz.
- HOLMGREN, P.K., N.H. Holmgren y L.C. Barnett (eds.), 1990, Index Herbariorum. Part I: The Herbaria of the World, *Regnum Vegetabile*, vol. 120.
- KRÖMER, T., A. Espejo, A.R. López-Ferrari y A. Acebey, 2005, The presence of *Werauhia nutans* in Mexico, *Journal of Bromeliad Society* 55(6): 280-284.
- , 2007, *Werahuia noctiflorens* (Bromeliaceae) una nueva especie del sureste de México, *Novon* 17: 336-340.
- LUTHER, H.E. (comp.), 2006, *An alphabetic list of Bromeliad binomials*, 10ª ed., Bromeliad Society International, Sarasota, Florida, EUA.
- RANKER, T.A., D.J. Soltis y A.J. Gilmartin, 1990, Subfamilial phylogenetic relationships of the Bromeliaceae: Evidence from chloroplast DNA restriction site variation, *Systematic Botany* 15: 425-434.
- REVEAL-MOUROZ, J., 1980, *Aprovechamiento y colonización del trópico húmedo mexicano, la vertiente del Golfo y del Caribe*, Fondo de Cultura Económica, México.
- RZEDOWSKI, J., 1978, *Vegetación de México*, Limusa, México.
- TOLEDO, V., M. y M.J. Ordóñez, 1998, El panorama de la biodiversidad de México; una revisión de los hábitats terrestres, en T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (comps.), *Diversidad Biológica de México. Orígenes y Distribución*, Instituto de Biología, UNAM, México, pp. 739-757.

Las orquídeas



Carlos Javier García-Cruz
Victoria Sosa

INTRODUCCIÓN

Las orquídeas son uno de los grupos de plantas que más han llamado la atención de investigadores y horticultores por poseer flores muy vistosas. Existe un gran interés en cultivar, conocer y estudiar esta familia de plantas, que es una de las más diversas del reino vegetal, ya que se ha estimado que existen alrededor de 30 000 especies en todo el mundo (Dressler, 1993). En México se han reportado alrededor de 1 300 especies (Hágsater *et al.*, 2005) y, particularmente en Veracruz, nuestros registros indican que el número asciende a 345. Este estado probablemente ocupa el tercer lugar en diversidad de este grupo en el país, ya que tanto en Oaxaca como en Chiapas se ha estimado la presencia de 700 especies de orquídeas.

En este capítulo presentamos brevemente generalidades sobre las Orchidaceae, los caracteres morfológicos que las distinguen, sus hábitats e importancia ecológica, aspectos de su conservación y su importancia económica y cultural, para llevar al

lector a conocer las especies que se encuentran en Veracruz, en los diferentes tipos de vegetación descritos para el estado. En el apéndice VIII.11 incluimos la lista de especies, indicando además de su hábitat, su categoría de riesgo de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2001) y a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).

CARACTERES DISTINTIVOS

Las orquídeas se reconocen fácilmente por su morfología vegetativa y floral. El carácter vegetativo más sobresaliente, principalmente en las epífitas, es la presencia de un tallo engrosado llamado pseudobulbo. En algunas especies terrestres se presentan cormos globosos cubiertos por brácteas, o bien, en especies que carecen de clorofila, existen rizomas de aspecto coraloide. Las hojas, como en todas las monocotiledóneas, tienen nervaduras paralelas. Las raíces están

cubiertas por una capa externa de células muertas que forman un tejido de aspecto esponjoso, llamado velamen que les da un color blanquecino, muy notable sobre todo en las especies epífitas.

Las flores de las Orchidaceae están formadas por tres sépalos, tres pétalos y una columna. El pétalo que se encuentra justo en la parte ventral de la columna, opuesto al pétalo dorsal se denomina labelo, el cual siempre es diferente de los otros dos pétalos y junto con la columna son los dos caracteres que distinguen a las flores de las orquídeas. El labelo presenta una gran diversidad de formas y ornamentaciones y puede presentar una gran complejidad morfológica. Los granos de polen de la mayoría de las orquídeas están agrupados en masas compactas o harinosas denominadas polinias. Las polinias tienen la virtud de polinizar miles de óvulos en un solo evento de polinización. Los frutos son capsulares y albergan miles de semillas diminutas, las cuales están formadas por una cubierta endurecida de células con ornamentaciones y por un embrión pequeño, que por lo general carece de cotiledones.

IMPORTANCIA ECOLÓGICA

Aproximadamente el 90 % del total de las especies registradas para Veracruz son epífitas y, por lo tanto muy sensibles a cambios ambientales, sobre todo a los de iluminación. Más aún, la mayoría de las orquídeas no pueden germinar *in situ* sin la presencia de un hongo, por lo que las semillas están limitadas a germinar en óptimas condiciones ambientales. Por estas razones se ha sugerido que las orquídeas epífitas son buenas indicadoras del grado de disturbio que sufren los hábitats en las zonas tropicales (Nadkarni, 1992).

Desde el punto de vista ecológico, las orquídeas son importantes en el equilibrio dinámico del ecosistema, ya que sostienen una gran diversidad de polinizadores por su estrecha relación con ellos. Los polinizadores de las orquídeas son muy variados, siendo los insectos el grupo más diverso, represen-

tado por abejas, avispas, mariposas, moscas y polillas. Los colibríes son hasta ahora las únicas aves reportadas como polinizadores de algunas especies de la familia. Las flores ofrecen diversas recompensas como néctar, aceites o fragancias, aunque la principal recompensa es el néctar. Los beneficios recíprocos entre las orquídeas y sus polinizadores son claves para la estabilidad de los hábitat donde se distribuyen.

Las orquídeas también son importantes desde el punto de vista ecológico por tener asociaciones simbióticas con hormigas. Algunas especies (por ejemplo *Myrmecophila tibicinis*) tienen pseudobulbos huecos en donde se albergan enormes nidos de hormigas. El provecho obtenido es mutuo; las orquídeas se benefician de una mejor nutrición mineral y de la protección que les brindan ante los herbívoros. Las hormigas se favorecen al contar con sitios protegidos para sus nidos.

HÁBITAT

Las orquídeas crecen casi en cualquier hábitat, y como grupo están muy cerca del extremo de tolerancia al estrés que el mismo hábitat origina. La mayoría de las epífitas y algunas terrestres toleran un alto grado de sequía, que sería mortal para otros grupos de plantas y al mismo tiempo pueden crecer en sitios deficientes en nutrientes y minerales. Asimismo, muchas especies pueden crecer en lugares muy sombreados, que es un hábitat tan estresante como uno extremadamente seco o rocoso. Algunas orquídeas crecen sobre humus, cuando se acumula en la corteza de los árboles o en el sotobosque. Esta gama de estrategias de sobrevivencia les ha permitido colonizar la gran diversidad de hábitat presentes en Veracruz.

IMPORTANCIA ECONÓMICA Y CULTURAL

La orquídea de mayor importancia económica es sin duda la vainilla, la cual se utiliza como saborizante.

La vainillina es el principal componente, el cual se extrae de los frutos. La especie más utilizada es *Vanilla planifolia* (figura 1C), una especie característica de bosques tropicales del norte de Veracruz. Se considera a los totonacos del área de Papantla como los mejores productores de vainilla, quienes la cultivan desde épocas prehispánicas hasta la actualidad. Las plantas son trepadoras, de tal forma que en los cultivos es necesario proveerles un soporte, el cual puede ser natural (árboles o plantas arbóreas) o artificial, además de sombra. Para producir los frutos, la polinización se realiza artificialmente, es decir, las polinias de una flor se depositan manualmente sobre los estigmas de otra flor. Los frutos son cosechados cuando aún están inmaduros y para inhibir su crecimiento se colocan generalmente al sol. Posteriormente son envueltos con tela y transferidos a cajas, se almacenan varios días en condiciones húmedas para que se promuevan ciertas enzimas y obtener como producto final la vainillina.

A pesar de que Veracruz es el lugar de origen de la vainilla, México produce únicamente el 1.5 % de las aproximadamente 4 500 toneladas anuales que utiliza la industria alimenticia a nivel mundial. Según información del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias en 2007, la producción no ha rebasado las 30 toneladas en las últimas décadas, debido a que sólo se obtienen 200 kilogramos de vainilla beneficiada por hectárea sembrada, sugiriendo un cultivo intensivo para alcanzar una mayor producción.

En Veracruz, varias orquídeas son utilizadas como ornamentales en jardines o para adornar altares en ceremonias religiosas. La más popular es *Laelia anceps* que es conocida vulgarmente como “vara de San Diego”, “flor de San Miguel” o “flor de Todos Santos” (figura 1A). Esta especie es cultivada en algunos viveros a partir de clones y se conocen varios cultivares (Halbinger y Soto, 1997; 1997a). También las “canelitas” (varias especies de *Lycaste*) se cultivan ampliamente, sobre todo en la región de Xalapa. *Oncidium sphacelatum*, conocido como “flor de mayo” o “lluvia de oro”,

se siembra en varios parques centrales de poblaciones del centro de Veracruz (figura 1B). Además, los cormos de algunas especies de *Bletia* se utilizaron como pegamento en épocas prehispánicas porque producen una sustancia pegajosa.

DIVERSIDAD POR TIPO DE VEGETACIÓN

En México la mayor diversidad de Orchidaceae se encuentra en tres tipos de vegetación: bosque tropical perennifolio, bosques templados de encino y bosques mesófilos de montaña (Hágsater *et al.*, 2005). Este patrón se repite en Veracruz, en donde la mayoría de las especies se distribuye en estos tres tipos de vegetación (cuadro 1; figura 2). Los bosques tropicales perennifolios albergan 161 especies de orquídeas, es decir, el 46.7 % del total de las especies, seguidos por el bosque mesófilo de montaña con 128 especies, que representa el 37.1 % de las especies y, en tercer lugar, está el bosque de *Quercus* con 125 especies, lo que equivale al 36.2 % de las orquídeas veracruzanas. En cuarto lugar aparece el bosque tropical caducifolio que, a pesar de lo contrastante de su clima, alberga 86 especies, es decir el 24.9 % del total. Bosques templados, como el de coníferas o bosques semihúmedos, como el tropical subcaducifolio apenas incluyen 40 y 44 especies de Orchidaceae, respectivamente. El hábitat con menor número de especies es el bosque espinoso (cuadro 1; figura 2). La lista completa de especies de Orchidaceae con sus tipos de vegetación respectivos y datos sobre su grado de amenaza se incluye en el apéndice VIII.11.

ORQUÍDEAS DEL BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO

En América el bosque tropical perennifolio o selva alta perennifolia tiene su distribución más norteña hasta la región sureste de San Luis Potosí y el extremo norte de Veracruz. Particu-

larmente para el estado de Veracruz se ha reportado en las zonas de Los Tuxtlas, Tantoyuca y Ozuluama entre otras, ocupando una extensión muy reducida en el estado. Casi todas las especies de este tipo de vegetación son epífitas, algunas de flores muy llamativas como *Mormodes tuxtlensis*, las siete especies de *Maxillaria*, las de *Oncidium* (figura 1B), *Prosthechea*, *Lycaste* y los llamados toritos, varias especies de *Stanhopea*. (figura 1D). El género *Epidendrum*, uno de los más diversos en las orquídeas, tiene un buen número de representantes en estos bosques. En este tipo de vegetación también son abundantes las orquídeas pleurotalidinas, grupo de plantas neotropicales de tamaño muy pequeño, todas epífitas y representadas aquí por el género *Pleurothallis* y una especie de *Stelis*. También consideramos en este tipo de vegetación a selvas de menor altura, denominadas por algunos autores como selvas medianas perennifolias, que están más al norte del estado, en la zona de Misantla, donde la diversidad de orquídeas es mucho menor.

CUADRO 1. Riqueza de especies por tipo de vegetación presente en el estado de Veracruz.

TIPO DE VEGETACIÓN	ABREVIATURA	GÉNEROS 107	ESPECIES 345
Bosque Tropical Perennifolio	BTP	64.5*	46.7
Bosque Mesófilo de Montaña	BMM	56.1	37.1
Bosque de Quercus	BQ	55.1	36.2
Bosque Tropical Caducifolio	BTC	47.7	24.9
Bosque Tropical Subcaducifolio	BTSC	27.1	12.8
Bosque de Coníferas	BC	23.4	11.6
Pastizal	Pas	21.5	9.9
Vegetación Acuática y Subacuática	VA	16.8	7.0
Otros tipos de Vegetación	OTV	13.1	4.3
Matorral Xerófito	MX	12.1	5.2
Bosque Espinoso	BE	11.2	3.8
No se obtuvo información	SD	25.2	10.7

* Los valores indican porcentajes con respecto al total de la orquideoflora.

LAS ORQUÍDEAS DEL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA

Se caracteriza por presentar un clima húmedo de altura; debido a las condiciones climáticas que requiere este tipo de vegetación se presenta en zonas restringidas del territorio nacional, por lo que su distribución es limitada y fragmentaria. Esta comunidad vegetal se establece entre los 600 y los 1 000 msnm, alcanzando en muy escasos sitios los 2 700 m de altitud (Rzedowski, 1978). Este es uno de los tipos de vegetación más interesantes en Veracruz y más amenazado. Se encuentra en áreas montañosas de varias zonas del estado, en el norte en la región de Huayacocotla, en todo el centro de Veracruz y en zonas reducidas de la zona de Los Tuxtlas. Es un hábitat con una humedad muy alta, con árboles de origen templado y tropical, que sostienen numerosas epífitas, tanto de orquídeas como de bromelias. Es la segunda comunidad vegetal con la mayor diversidad orquideológica, pues alberga el 37.1 % de las especies y el 56.1 % de los géneros para el estado. La gran mayoría de las orquídeas en este tipo de vegetación son epífitas, sobresaliendo los géneros *Lepanthes*, *Pleurothallis*, *Stelis*, *Oncidium* (figura 1B) y *Lycaste* entre otros. Especies amenazadas como *Acintea barkeri*, *Barbosella prorepens*, *Oncidium incurvum* y *Stanhopea oculata* (figura 1D), son habitantes del bosque mesófilo de montaña. En sus suelos, ricos en humus, crecen varias orquídeas terrestres, de los géneros *Bletia*, *Govenia* y *Calanthe*.

ORQUÍDEAS DEL BOSQUE DE CONÍFERAS

Esta comunidad vegetal se desarrolla en lugares con una altitud que varía entre los 150 y los 3 500 msnm. En Veracruz se presenta prácticamente a todo lo largo del estado, principalmente en las regiones montañosas del norte y centro del estado. Al lado de su fisonomía particular, asociada a gran-

des altitudes y con árboles considerablemente altos, su riqueza orquideológica es importante, debido a que alberga 25 géneros y cerca de 40 especies.

Las orquídeas terrestres son características de los bosques de coníferas, por lo que no resulta sorprendente que géneros como *Habenaria*, *Govenia*, *Platanthera*, *Schiedeella* y *Malaxis*, entre otros, estén bien representados en esta comunidad, incluso las orquídeas terrestres superan en número a las epífitas. Entre las especies frecuentes en los bosques de coníferas veracruzanos podemos mencionar a *Bletia purpurea*, *Corallorrhiza maculata*, *Cyclopogon elatus*, *Govenia superba*, *Habenaria novemfida*, *Malaxis unifolia*, *Deiregyne eriophora* y *Funkiella hyemalis*. Una especie típica de esta comunidad es *Triphora mexicana*, la cual crece en lugares húmedos.

Entre las epífitas destacan los géneros *Barkeria*, *Coelia*, *Encyclia*, *Epidendrum*, *Isochilus*, *Laelia*, *Nidema*, *Maxillaria*, *Notylia*, *Prosthechea* y *Rhyncho스테le*. Este es el hábitat de la trepadora *Vanilla inodora*. *Prosthechea vitellina* es la única especie epífita registrada en altitudes que superan los dos mil metros. Únicamente tres especies de orquídeas terrestres se han reportado en altitudes superiores a los 3 000 msnm, *Funkiella hyemalis*, *Malaxis soulei* y *Corallorrhiza maculata*.

ORQUÍDEAS DE BOSQUES DE QUERCUS

Los bosques de encinos son característicos de las zonas montañosas de México, asociados a climas templados y semihúmedos, sin embargo, también se encuentran en climas cálidos. En Veracruz se presentan prácticamente a todo lo largo del estado, principalmente en las regiones montañosas del norte y centro del estado. Estos bosques comparten afinidades ecológicas generales con los bosques de coníferas, por lo que bosques mixtos de *Quercus* y *Pinus* son muy frecuentes. Se desarrollan en sitios con una altitud que va desde los 100 hasta los 3 000 msnm.

Por su fisonomía y estructura se pueden reconocer varios tipos de bosques de *Quercus*, cada uno con características muy particulares, lo que ha favorecido que sea la tercera comunidad, en el estado, con la mayor riqueza y diversidad de orquídeas. Alberga aproximadamente 125 especies agrupadas en 59 géneros.

Las orquídeas epífitas son características de los bosques de *Quercus*, por lo que géneros como *Encyclia*, *Epidendrum*, *Isochilus*, *Jacquiniella*, *Pleurothallis*, *Prosthechea* y *Rhyncho스테le* están bien representados en esta comunidad. Dentro de las especies frecuentes en esta asociación vegetal podemos mencionar a *Encyclia polybulbon*, *Epidendrum chlorocorymbos*, *Ionopsis utricularoides*, *Mormolyca ringens*, *Myrmecophila tibicinis*, *Nidema boothii*, *Notylia barkeri*, *Pleurothallis tubata*, *Prosthechea cochleata*, *Rhyncho스테le rossii* y *Trichocentrum cebolleta*. Asimismo, la vainilla, *Vanilla planifolia*, conocida en todo el mundo, es la orquídea de mayor importancia económica en Veracruz y para México. En este tipo de vegetación crecen varias orquídeas terrestres, algunas como *Cypripedium irapeanum* que están en peligro de extinción; los géneros que están mejor representados son *Bletia*, *Govenia*, *Malaxis* y *Sobralia*.

ORQUÍDEAS DEL BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO

Este tipo de bosque está fuertemente asociado a climas calientes caracterizados por periodos largos de sequía y se localiza principalmente a lo largo de la costa pacífica del país. Sin embargo, a lo largo del estado de Veracruz existen manchones importantes de esta comunidad vegetal ubicados principalmente en el norte y centro del estado. Este tipo de comunidad vegetal se desarrolla en lugares con una altitud que varía entre los 0 m y los 1500 msnm. Alberga cerca de 86 especies, correspondientes a 51 géneros.

Las orquídeas epífitas presentan una mayor diversidad que las terrestres en esta comunidad,

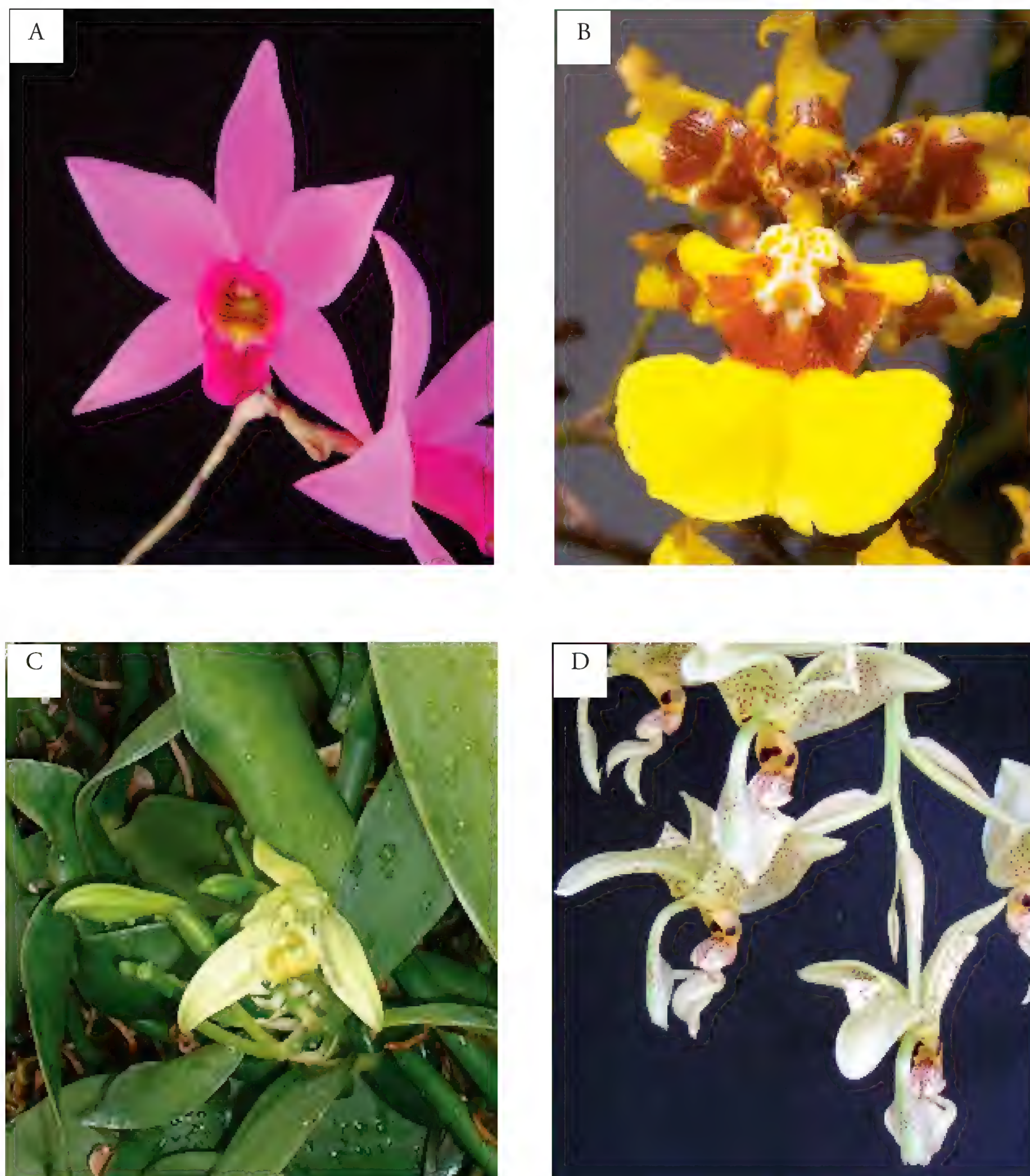


FIGURA 1. Especies representativas de interés hortícola y ornamental en el estado de Veracruz. A. *Laelia anceps* Lindl. también se ofrece como ofrenda en los altares de Todos Santos; B. *Oncidium sphacelatum* Lindl., ampliamente cultivada en parques; C. *Vanilla planifolia* Jacks., especie de gran importancia económica; D. *Stanhopea oculata* (Lodd.) Lindl., especie con categoría de amenazada de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana (Foto: Javier García Cruz).

debido a que están representadas por 30 géneros, dentro de los que destacan por su riqueza *Dichaea*, *Epidendrum*, *Maxillaria*, *Oncidium* (figura 1B), *Pleurothallis*, *Prosthechea*, *Lycaste* y *Trichocentrum* los cuales presentan tres o más especies en el bosque tropical caducifolio. En lo que respecta a las orquídeas terrestres, éstas están representadas por 16 géneros, de los cuales destacan por su belleza *Bletia*, *Cypripedium*, *Dichromanthus* y *Sobralia*. De la región central destacan especies como *Catasetum intergerrimum*, *Masdevallia floribunda*, *Chysis laevis*, *Dichaea glauca* y *Coelia macrostachya*, las cuales son favoritas de aficionados por lo que sufren una fuerte presión de colecta.

ECOSISTEMAS AMENAZADOS

La mayoría de las especies de orquídeas epífitas depende de la subsistencia de los árboles sobre los que crecen en los diferentes tipos de vegetación. Debido a la vulnerabilidad de estos árboles por efec-

tos antropogénicos (tala desmesurada, crecimiento poblacional, etc.), la permanencia de estas orquídeas está fuertemente amenazada. Numerosas orquídeas de los bosques tropicales perennifolios sobreviven únicamente como epífitas en árboles en pie dejados como sombra en los potreros. La mayoría de los registros de orquídeas de estos ecosistemas proviene de la zona de Uxpanapa-Hidalgotitlán-Jesús Carranza, la cual se ha deforestado por completo. Afortunadamente en la zona de Los Tuxtlas se encuentran dos reservas de la biosfera con este tipo de bosques: el Volcán de San Martín y la Sierra de Santa Marta, así como la Estación de Biología Tropical de Los Tuxtlas de la UNAM.

En Veracruz el bosque mesófilo ha sido sustituido por cafetales, en donde algunos árboles de la vegetación original son dejados en pie, y se ha observado que pueden ser un refugio para escasas orquídeas epífitas, entre las que se encuentran *Jacquinella teretifolia*, *Scaphyglottis livida* y *Maxillaria densa*. Esta práctica de remoción de la vegetación para plantaciones de café afecta a las

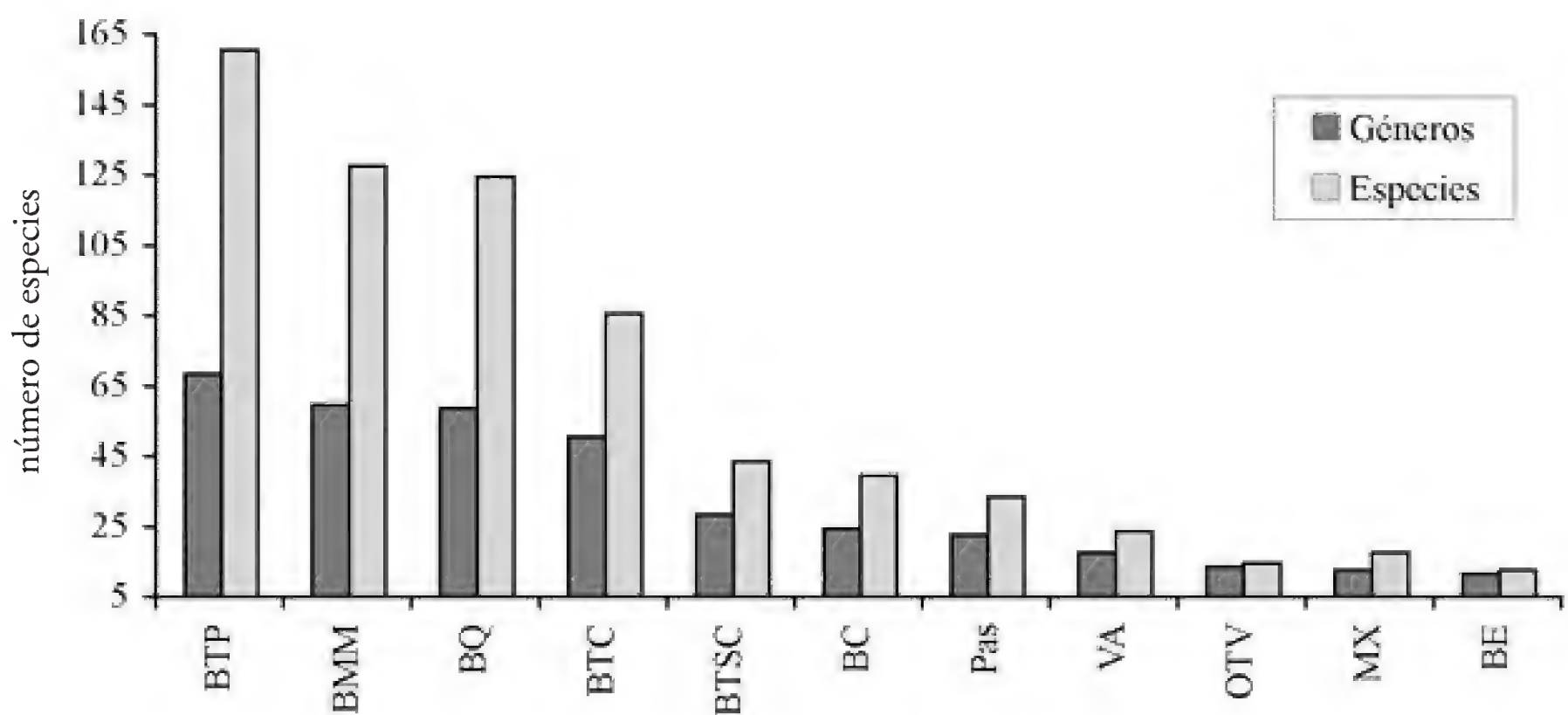


FIGURA 2. Número de especies y géneros de orquídeas por tipo de vegetación. Las abreviaturas usadas para los tipos de vegetación corresponden a las que se presentan en el cuadro 1.

orquídeas epífitas, pero sobre todo a las orquídeas terrestres (Sosa y Platas, 1998; Solís-Montero *et al.*, 2005). Debido a que una buena parte de los asentamientos humanos en Veracruz ha sido en sitios con bosque mesófilo de montaña, se ha convertido en uno de los hábitats más destruidos y queda únicamente en forma muy fragmentada en el estado.

Asimismo, los encinares han sufrido una gran presión antropocéntrica, ciudades de tamaño pequeño en Veracruz se han asentado en estos ecosistemas. De modo que ha sido fuertemente influenciado por el impacto del hombre y su extensión se ha reducido drásticamente en el estado.

ESPECIES AMENAZADAS Y OPORTUNIDADES DE CONSERVACIÓN

La erradicación o extinción de orquídeas es afectada por una combinación de factores como deforestación, fragmentación y recolección ilegal. Sin embargo, en Veracruz la amenaza más grande de extinción es la extracción ilegal de orquídeas de sus ecosistemas naturales. Existe un gran comercio de orquídeas, principalmente epífitas en el centro del estado, en donde poblaciones enteras son extraídas de sus hábitats y ofrecidas en mercados populares. Se han registrado 144 especies de orquídeas que son vendidas ilegalmente en los mercados de Coatepec y Xalapa (Flores-Palacios y Valencia-Díaz, 2007). Entre los ejemplos más notables están *Lycaste aromatica*, *L. deppei*, *Brassia verrucosa*, *Oncidium sphacelatum* (figura 1B), *Prosthechea cochleata*, *P. vitellina*, *Sobralia macrantha* y *Stanhopea tigrina*. Más aún, especies como *Rhynchostele rossii*, *R. cordata*, *R. beloglossa* y *Oncidium cavendishianum* están sujetas a una fuerte presión de colecta por lo llamativo de sus flores (Flores-Palacios y Valencia-Díaz, 2007).

Para aminorar el efecto de extracción de orquídeas de su hábitat natural se han propuesto cultivos

in vitro que han resultado efectivos para propagar algunas orquídeas mexicanas como especies de *Bletia* o de *Laelia* (Rubluo *et al.*, 1993; Santos-Hernández *et al.*, 2005). Además, es prioritario incentivar el incremento de colecciones de orquídeas en jardines botánicos para conservar a largo plazo especies amenazadas. Se conoce que los jardines botánicos son centros importantes para la conservación de plantas y que actualmente a nivel mundial tienen bajo cultivo mas de 35 000 especies de plantas (Raven, 1981).

Sin embargo, la meta primordial es la conservación a largo plazo tanto de las orquídeas como de sus hábitats, lo cual se puede lograr con el establecimiento de áreas de reserva, programas de educación ambiental y estrategias de sustentabilidad. La participación de las comunidades locales, de instituciones de investigación, así como de organismos no gubernamentales (ONG's) en la planeación de programas y proyectos de sustentabilidad es fundamental en el manejo de áreas protegidas. En Veracruz se han establecido proyectos apoyados por la Sociedad de Orquídeas de Xalapa y Córdoba, para proteger orquídeas en terrenos privados (Hágsater y Soto-Arenas, 1998).

Hay que hacer notar que la mayoría de las áreas protegidas está localizada en zonas de baja diversidad orquideológica, por lo que es imperativo promover la creación de nuevas zonas para preservar una mayor diversidad de orquídeas.

FUTURO PARA LA RECOLECCIÓN

El inventario de la familia Orchidaceae para Veracruz está lejos de ser completo, básicamente por dos razones. La primera se debe a que la exploración botánica en el estado no ha sido sistemática en todas sus zonas. Sin duda la zona mejor explorada ha sido la región central del estado. La región sur también ha sido bien colectada, especialmente en la estación Tropical de Los Tuxtlas se han hecho esfuerzos de

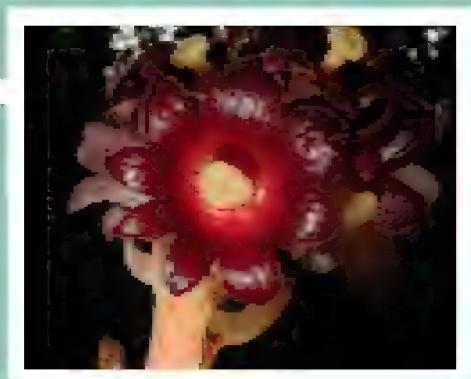
colecta y se tiene una orquideoflora representativa, dejando a la región nortea como pobremente explorada. La segunda razón es que hay especies representadas en las colecciones por un único registro, o bien, de un solo sitio de colecta; seguramente en ambos casos dichas especies están más ampliamente distribuidas en el estado.

AGRADECIMIENTOS. Los autores agradecen a Kenneth Cameron y a Francisco Lorea el haber proporcionado algunas fotografías que ilustran este capítulo. Además a Rolando Jiménez y a Luis Sánchez por sus valiosos comentarios en la lista de especies.

LITERATURA CITADA

- DRESSLER, R.L., 1993, *Phylogeny and classification of the orchid family*, Dioscorides Press, Portland.
- FLORES-PALACIOS, A. y S. Valencia-Díaz, 2007, Local illegal trade reveals unknown diversity and involves high species richness of wild vascular epiphytes, *Biological Conservation* 136: 371-387.
- HÁGSATER, E. y M.A. Soto-Arenas, 1998, Orchid conservation in México, *Selbyana* 19(1): 15-19.
- HÁGSATER, E., M. Soto, G. Salazar, R. Jiménez, M. López y R. Dressler, 2005, *Las Orquídeas de México*, Instituto Chinoín y Redacta, México.
- HALBINGER, F. y M.A. Soto, 1997, *Laelias of Mexico*, Asociación Mexicana de Orquideología, México.
- HALBINGER, F. y M. A. Soto, 1997a, *Laelias of Mexico. Orquídea (Mex.)* 15: 1-160.
- NADKARNI, N.M., 1992, The conservation of epiphytes and their habitats: summary of a discussion at the international symposium on the biology and conservation of epiphytes, *Selbyana* 13: 140-142.
- RAVEN, P.H., 1981, Research in botanical gardens, *Botanische Jahrbuecher fur Systematik Pflanzenges chichte und Pflanzengeographie* 102: 53-72.
- RUBLUO, A., V. Chávez, A. P. Martínez y O. Martínez-Vázquez, 1993, Strategies for the recovery of endangered orchids and cacti through *in vitro* culture, *Biological Conservation* 63: 163-169.
- RZEDOWSKI, J., 1978, *Vegetación de México*, Limusa, México, 431 pp.
- SANTOS-HERNÁNDEZ, L., M. Martínez-García, J.E. Campos y E. Aguirre-León, 2005, *In vitro* propagation of *Laelia albida* (Orchidaceae) for conservation and ornamental purposes in Mexico, *Hortscience* 40: 439-442.
- SOLIS-MONTERO, L., A. Flores-Palacios y A. Cruz-Angón, 2005, Shade coffee plantations as refuges for tropical wild orchids in central Veracruz, Mexico, *Conservation Biology* 19: 908-916.
- SOSA, V. y T. Platas, 1998, Extinction and persistence of rare orchids in Veracruz, *Conservation Biology* 12: 451- 455.

La diversidad de las plantas con semillas de la flora veracruzana



Francisco G. Lorea Hernández
Carlos Durán Espinosa
Claudia Gallardo Hernández
Maricruz Peredo Nava

INTRODUCCIÓN

Las espermatófitas o plantas con semillas son los organismos vegetales terrestres más diversos en el mundo. Se calcula que hay aproximadamente 250 mil especies de ellas, abarcando un sinnúmero de variaciones en su estructura y fisiología que dan al mundo vegetal una riqueza que se aprecia por su belleza y por la gran cantidad de recursos que han brindado al género humano en la forma de abrigo, alimento, remedios para la salud e, incluso, como proveedoras de estados metafísicos en la búsqueda de comunicación con la divinidad. El desarrollo de grandes culturas en el pasado siempre estuvo determinado por el aprovechamiento del entorno vegetal, en particular de unas pocas especies que suplieron el sustento para su establecimiento. Prueba de ello son el maíz entre las culturas de Mesoamérica, el arroz en el extremo oriental asiático y la cebada en la antigua Mesopotamia, por citar algunos ejemplos sobresalientes (Simmonds, 1976).

De acuerdo a un recuento reciente (Villaseñor, 2003), en México existen 22 351 especies de plantas con flores, que sumadas a las 125 especies de gimnospermas reconocidas, resulta en una flora de plantas con semillas cercana a las 22 500 especies. Esto hace al territorio del país una de las cinco zonas con mayor variedad de plantas sobre la faz de la Tierra, con casi el 10 % del total de las especies conocidas en el mundo. Esta diversidad no se distribuye de manera homogénea en la geografía del país, sino que se reparte de manera desigual en sus diferentes zonas ecológicas, aunque con una mayor concentración de especies en las regiones húmedas, sean éstas de altitudes bajas o en las montañas. Veracruz, con su gran extensión latitudinal y su fisiografía, brinda condiciones ambientales propicias para que en su territorio se encuentren representados los diez tipos de vegetación reconocidos para México por Rzedowski (1978). Esto resulta en una flora rica en formas de vida que, como se comenta más adelante, se estima en cerca de 6 000 especies, alrededor del 27 % de la diversidad florística nacional.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Debido a su condición de puerta de entrada para el país, Veracruz fue lugar de visita o paso para naturalistas y colectores hortícolas, sobre todo en la primera mitad del siglo XIX. Particularmente importantes fueron A. Bonpland, M. Botteri, F. Deppe, H.G. Galeotti, A. Ghiesbreght, A. Humboldt, F.M. Liebmán, J.J. Linden, C. Sartorius, y C.J.W. Schiede. Después de 1850 destacan E. Burgeau, F. Müller y C.G. Pringle, este último colectó en Veracruz hasta bien entrada la primera década de los 1900. Sin duda el colector más diligente y productivo en las primeras décadas del siglo XX fue C.A. Purpus. Datos sobre los lugares visitados y fechas de las colectas de estos y otros colectores pueden encontrarse en Hemsley (1887), Dampf (1940), Sousa (1969). En el último cuarto del siglo pasado sobresalen varios mexicanos: A. Gómez-Pompa, I. Calzada y G. Castillo, quienes colectaron con la intención de crear una colección que sirviera de base para la publicación de una flora estatal. Antes de 1970 no existía proyecto específico alguno, nacional o extranjero, que se propusiera conocer la flora del estado de Veracruz. Fue hasta ese año que, a iniciativa de Gómez-Pompa (Gómez-Pompa y Nevling, 1970) formalmente se comenzó este trabajo, apareciendo el primer fascículo de la flora hace 32 años (Sosa, 1978).

A la fecha se han publicado 145 fascículos (Gómez-Pompa, 1978-1991; Sosa, 1992-2005; Castillo, 2005-2008), cubriendo casi el 25 % de las especies conocidas como nativas en el estado. Una primera aproximación al recuento de las especies de espermatófitas presentes en la flora de Veracruz fue publicada en el fascículo 82 de dicha serie (Sosa y Gómez-Pompa, 1994).

EL CONOCIMIENTO FLORÍSTICO ACTUAL

Una revisión detallada casi completa de la información bibliográfica reciente y bases de datos de colec-

ciones museográficas ha dado como resultado el reconocimiento de 5 938 especies de plantas con semilla para el estado de Veracruz (apéndice VIII.12; cuadro 1 (las figuras 1-12 constituyen una pequeña muestra de la variedad de esta parte de la flora, mostrando formas de vida, tipos de flores y notas sobre el hábitat de las especies respectivas)), sin contar 410 especies introducidas, que son adventicias o en alguna medida cultivadas para diferentes propósitos. Algunas de estas especies son tan comunes en el paisaje de algunas regiones del estado que puede llegar a pensarse que son nativas, como es el caso de las araucarias (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze y *A. araucana* (Molina) C. Koch, originarias de Brasil-Argentina y Chile-Argentina, respectivamente), la jacaranda (*Jacaranda mimosifolia* D. Don, procedente del noroeste de Argentina), los eucaliptos (*Eucalyptus* spp., traídos sobre todo del E de Australia), el pino de mar o casuarina (*Casuarina cunninghamiana* Miq. y *C. equisetifolia* L., las dos del E de Australia) o las bugambileas (*Bougainvillea* spp., también originarias de América del Sur).

Analizando con mayor detalle la composición florística del estado, encontramos que la representación taxonómica de las especies registradas se reparte en 216 familias y 1 625 géneros. Cabe mencionar que la relación de familias considerada en el apéndice VIII.12 está basada en la propuesta del llamado Grupo de estudio sobre la Filogenia de las Angiospermas (The Angiosperm Phylogeny Group, 2003), que promueve reconocer fundamentalmente taxones monofiléticos (grupos biológicos que descienden de un ancestro común). Hay 79 familias representadas por un solo género, de ellas 38 tienen una sola especie (cuadro 2), en tanto que un número idéntico de familias están presentes con 10 o más géneros en la flora (cuadro 3), agrupando a 1 071 géneros (66 % del total). Trece familias (cuadro 4) son particularmente diversas (con 100 o más especies), reuniendo entre ellas casi el 53 % (3 129 especies) del total de las especies.

CUADRO 1. Resumen de la diversidad taxonómica de las plantas con semillas en el estado de Veracruz. Los nombres corresponden a las familias reconocidas y los números a uno y otro lado de la diagonal son géneros y especies, respectivamente, en cada familia.

FAMILIA	GÉNERO/ESPECIE	FAMILIA	GÉNERO/ESPECIE	FAMILIA	GÉNERO/ESPECIE
Acanthaceae	32/116	Ebenaceae	1/5	Opiliaceae	1/1
Achatocarpaceae	1/1	Elaeocarpaceae	1/5	Orchidaceae	98/312
Actinidiaceae	1/6	Ericaceae	18/25	Orobanchaceae	10/45
Adoxaceae	2/6	Eriocaulaceae	2/3	Oxalidaceae	2/10
Agavaceae	5/26	Erythroxylaceae	1/5	Papaveraceae	3/7
Aizoaceae	2/3	Euphorbiaceae	30/179	Passifloraceae	1/24
Alismataceae	2/9	Fabaceae	103/444	Phyllanthaceae	2/12
Alliaceae	3/5	Fagaceae	2/37	Phyllonomaceae	1/1
Alstroemeriaceae	1/3	Garryaceae	1/1	Phytolaccaceae	6/10
Altingiaceae	1/1	Gelsemiaceae	1/1	Picramniaceae	2/6
Amaranthaceae	17/81	Gentianaceae	10/22	Pinaceae	3/14
Amaryllidaceae	5/11	Geraniaceae	2/8	Piperaceae	2/139
Anacardiaceae	8/14	Gesneriaceae	12/24	Plantaginaceae	24/76
Annonaceae	11/19	Goodeniaceae	1/1	Platanaceae	1/1
Apiaceae	19/48	Grossulariaceae	1/4	Plumbaginaceae	1/3
Apocynaceae	43/127	Gunneraceae	1/2	Poaceae	103/381
Aquifoliaceae	1/6	Haemodoraceae	1/1	Podocarpaceae	1/4
Araceae	13/52	Hamamelidaceae	2/2	Podostemaceae	2/2
Araliaceae	4/10	Heliconiaceae	1/9	Polemoniaceae	4/9
Arecaceae	15/34	Hernandiaceae	3/5	Polygalaceae	3/31
Aristolochiaceae	1/13	Hydrangeaceae	3/6	Polygonaceae	7/54
Asteraceae	179/610	Hydrocharitaceae	4/6	Pontederiaceae	4/6
Balanophoraceae	1/1	Hydroleaceae	1/2	Portulacaceae	5/10
Balsaminaceae	1/1	Hypericaceae	2/14	Potamogetonaceae	3/7
Basellaceae	1/2	Hypoxidaceae	2/3	Proteaceae	1/1
Bataceae	1/1	Icacinaeae	3/5	Putranjivaceae	1/2
Begoniaceae	1/30	Illiciaceae	1/1	Rafflesiaceae	2/2
Berberidaceae	1/8	Iridaceae	9/23	Ranunculaceae	5/29
Betulaceae	3/4	Juglandaceae	4/8	Rhamnaceae	9/24
Bignoniaceae	29/50	Juncaceae	2/16	Rhizophoraceae	2/2
Bixaceae	1/1	Krameriaceae	1/1	Rosaceae	14/56
Boraginaceae	16/73	Lacistemataceae	1/1	Rubiaceae	51/208
Brassicaceae	20/69	Lamiaceae	18/124	Ruppiaceae	1/1
Bromeliaceae	14/91	Lauraceae	8/56	Ruscaceae	5/9
Brunelliaceae	1/1	Lecythidaceae	1/1	Rutaceae	11/22
Burmanniaceae	4/5	Lentibulariaceae	2/9	Sabiaceae	1/4
Burseraceae	2/7	Liliaceae	1/1	Salicaceae	13/32
Cabombaceae	1/1	Limnocharitaceae	1/1	Sapindaceae	15/39
Cactaceae	22/50	Linaceae	1/5	Sapotaceae	4/23
Calceolariaceae	1/3	Loasaceae	5/7	Saxifragaceae	1/2
Calophyllaceae	3/3	Loganiaceae	3/1	Schlegeliaceae	2/3
Campanulaceae	5/21	Loranthaceae	4/8	Scrophulariaceae	4/10
Cannaceae	1/2	Lythraceae	7/33	Simaroubaceae	3/3
Caprifoliaceae	4/13	Magnoliaceae	1/3	Siparunaceae	1/3
Caricaceae	2/3	Malpighiaceae	14/38	Smilacaceae	1/11
Caryophyllaceae	14/39	Malvaceae	55/175	Solanaceae	18/128
Celastraceae	12/36	Marantaceae	4/10	Staphyleaceae	2/3
Celtidaceae	4/6	Marcgraviaceae	3/5	Styracaceae	1/2
Ceratophyllaceae	1/1	Martyniaceae	2/3	Surianaceae	1/1
Chloranthaceae	1/1	Mayacaceae	1/1	Symplocaceae	1/5
Chrysobalanaceae	4/7	Melanthiaceae	2/5	Taxaceae	1/1
Cistaceae	2/5	Melastomataceae	19/87	Taxodiaceae	1/1
Clethraceae	1/5	Meliaceae	4/21	Ternstroemiaceae	3/8
Clusiaceae	5/14	Memecylaceae	1/2	Tetrachondraceae	1/1
Cochlospermaceae	2/2	Menispermaceae	6/11	Theaceae	1/1
Combretaceae	4/11	Menyanthaceae	1/1	Theophrastaceae	3/6
Commelinaceae	13/55	Molluginaceae	2/2	Thymelaeaceae	1/6
Connaraceae	3/4	Monimiaceae	1/2	Tovariaceae	1/1
Convolvulaceae	13/97	Moraceae	11/32	Turneraceae	3/5
Cornaceae	1/3	Muntingiaceae	1/1	Typhaceae	1/2
Costaceae	1/4	Myricaceae	1/2	Ulmaceae	3/3
Crassulaceae	5/27	Myristicaceae	2/3	Urticaceae	12/39
Cucurbitaceae	18/33	Myrsinaceae	7/34	Verbenaceae	17/64
Cunoniaceae	1/2	Myrtaceae	9/45	Violaceae	5/23
Cupressaceae	2/4	Nelumbonaceae	1/1	Viscaceae	3/25
Cyclanthaceae	3/6	Nyctaginaceae	9/18	Vitaceae	4/20
Cymodoceaceae	2/3	Nymphaeaceae	2/5	Vochysiaceae	1/1
Cyperaceae	18/187	Nyssaceae	1/1	Winteraceae	1/1
Dichapetalaceae	1/2	Ochnaceae	2/9	Xyridaceae	1/3
Dilleniaceae	4/5	Olcaceae	3/3	Zamiaceae	3/17
Dioscoreaceae	1/19	Oleaceae	4/6	Zingiberaceae	1/3
Droseraceae	1/1	Onagraceae	8/40	Zygophyllaceae	3/6

En cuanto a los géneros, 126 de ellos (poco menos de 8 % del total) tienen 10 o más especies y en conjunto suman 2 462 especies, esto es, casi el 42 % de la diversidad específica de la flora. Los géneros más diversos (con 30 o más especies) son 19 y comprenden 851 especies, algo más del 14 % del total de plantas con semilla (figura 4).

CUADRO 2. Relación de familias representadas con una sola especie en la flora de Veracruz.

Achatocarpaceae	Goodeniaceae	Phyllonomaceae
Altingiaceae	Haemodoraceae	Platanaceae
Balanophoraceae	Illiciaceae	Proteaceae
Balsaminaceae	Krameriaceae	Ruppiaceae
Bataceae	Lacistemataceae	Surianaceae
Bixaceae	Lecythidaceae	Taxaceae
Brunelliaceae	Liliaceae	Taxodiaceae
Cabombaceae	Limnocharitaceae	Tetrachondraceae
Ceratophyllaceae	Menyanthaceae	Theaceae
Chloranthaceae	Muntingiaceae	Tovariaceae
Droseraceae	Nelumbonaceae	Vochysiaceae
Garryaceae	Nyssaceae	Winteraceae
Gelsemiaceae	Opiliaceae	

CUADRO 3. Relación de familias de la flora de Veracruz que están representadas con 10 o más géneros.

Acanthaceae	Caryophyllaceae	Melastomataceae
Amaranthaceae	Celastraceae	Moraceae
Annonaceae	Commelinaceae	Orchidaceae
Apiaceae	Convolvulaceae	Plantaginaceae
Apocynaceae	Cucurbitaceae	Rosaceae
Araceae	Cyperaceae	Rubiaceae
Arecaceae	Ericaceae	Rutaceae
Asteraceae	Euphorbiaceae	Salicaceae
Bignoniaceae	Fabaceae	Sapindaceae
Boraginaceae	Gesneriaceae	Solanaceae
Brassicaceae	Lamiaceae	Urticaceae
Bromeliaceae	Malpighiaceae	Verbenaceae
Cactaceae	Malvaceae	

CUADRO 4. Relación de familias que cuentan con más de 100 especies presentes en la flora de Veracruz.

Acanthaceae	Fabaceae	Poaceae
Apocynaceae	Lamiaceae	Rubiaceae
Asteraceae	Malvaceae	Solanaceae
Cyperaceae	Orchidaceae	
Euphorbiaceae	Piperaceae	

La flora endémica estatal ha sido evaluada recientemente (Castillo *et al.*, 2005) y, en lo que concierne a las espermatófitas, se considera que hay 116 especies, representadas en 49 familias y 85 géneros. No hay familias o géneros endémicos a Veracruz y el endemismo a nivel de especie tiene una amplia relación taxonómica. De ahí que sean pocas las familias con cinco o más especies endémicas; a saber, sólo Orchidaceae (11 especies), Myrta-ceae (10 especies), Poaceae (ocho especies), Bromeliaceae (siete especies) y Begoniaceae (siete especies). Del mismo modo, sólo nueve géneros tie-nen tres o más especies endémicas (*Begonia* y *Euge-nia* con siete especies cada una, *Tillandsia* con cuatro, y *Aristolochia*, *Calyptranthes*, *Citharexylum* y *Dioscorea*, todos con tres especies). Si bien la pro-porción de especies endémicas es de apenas el 2 % de la flora presente en el estado, es sin duda impor-tante ya que incluye elementos que son característi-cos en la estructura de los bosques, como por ejemplo *Alfaroa mexicana* D.E. Stone (cedrillo), *Amphitecna tuxtlensis* A.H. Gentry (jicarillo), *Bur-sera cinerea* Engl. (camarón, palo mulato), *Calyp-tranthes schiediana* O. Berg (guayabillo) y *Hampea integerrima* Schltld. (cucharo, jonote blanco, maja-gua).

Por otra parte, a pesar del enorme trabajo des-arrollado hasta ahora en Veracruz, las cifras que reflejan el conocimiento de la distribución de la diversidad florística regional indican una marcada escasez de registros para vastas zonas del estado. El total de registros (colectas diferentes) de espermató-fitas en la base de datos de la *Flora de Veracruz*, incluyendo los especímenes presentes en el herbario del Instituto de Ecología, A. C. (XAL) y de otros herbarios, rebasa escasamente 141 000 unidades. Así, la densidad promedio de registros de plantas con semillas en el estado de Veracruz es de casi dos especímenes/km².
Al analizar con mayor detalle la información flo-rística de XAL, se encuentra que de 210 municipios en el estado de Veracruz, no hay datos de colectas

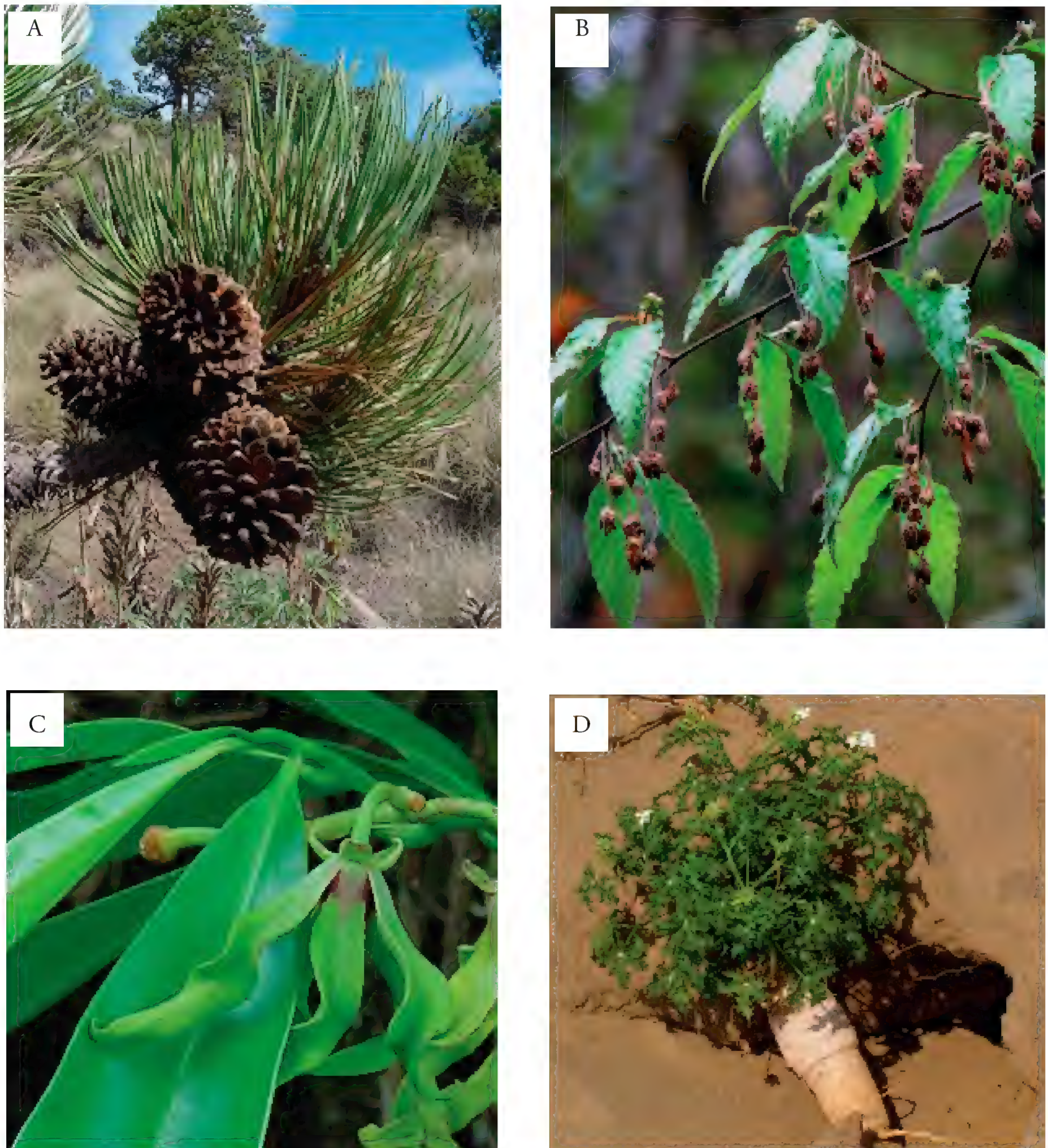


FIGURA 1. A. Rama de *Pinus hartwegii* con conos (ocote); árbol frecuente en las zonas altas del Pico de Orizaba y el Cofre de Perote. Maderable. B. Rama de *Fagus grandifolia* var. *mexicana* con inflorescencias masculinas; árbol escaso en algunos enclaves del bosque mesófilo de montaña del centro de Veracruz. C. Vista de flores de *Guatteria anomala* (zopo); árbol del dosel en el bosque tropical perennifolio. Maderable; sus frutos son comidos por los pericos. Registrada en la NOM-059-SEMARNAT-2001 como especie amenazada. D. Planta de *Cnidoscolus aconitifolius*; hierba perenne de ambientes semiáridos (Fotos: Claudia Gallardo).

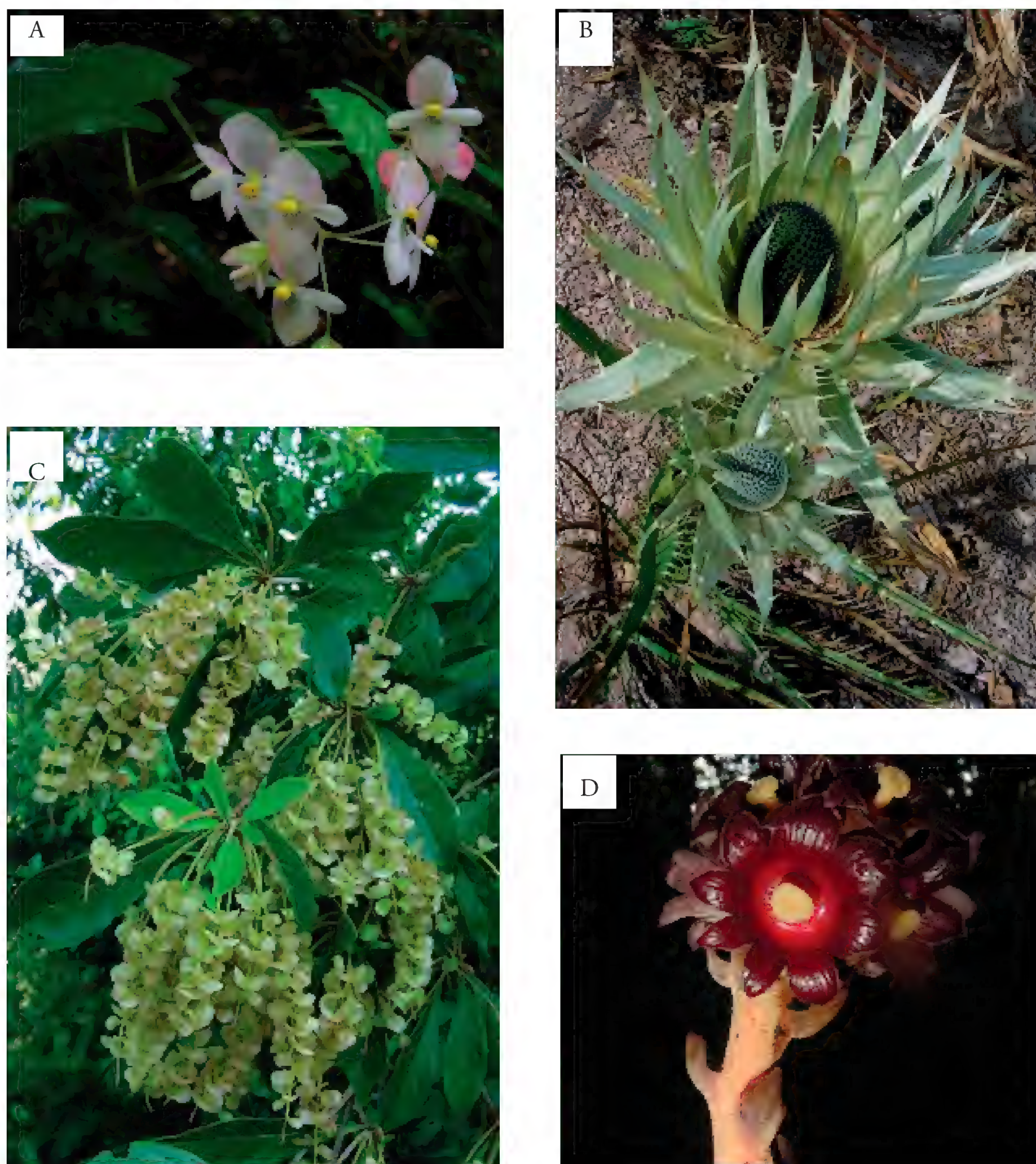


FIGURA 2. A. Vista de flores de *Begonia incana*; hierba común en manchones de bosque mesófilo de montaña y bosque de encino. B. Inflorescencia de *Eryngium monocephalum*; hierba más o menos común en las zonas altas del Pico de Orizaba y el Cofre de Perote. C. Rama de *Terminalia amazonia* con frutos (sombrerete, tepesúchil); árbol del dosel en el bosque tropical perennifolio. Maderable. D. Inflorescencia de *Bdallophytum americanum*; hierba parásita de raíces de varias plantas en zonas cálidas (Fotos: Claudia Gallardo).



FIGURA 3. A. Planta de *Pinguicula moranensis*; hierbas más o menos frecuentes en taludes y sitios rocosos dentro de los bosques templados. B. Vista de inflorescencia de *Lupinus montanus*; hierba común en las zonas altas del Pico de Orizaba y el Cofre de Perote. C. Vista de *Juanullosa mexicana*; arbusto epífita poco frecuente en el bosque tropical perennifolio y subcaducifolio. D. Flores de *Symplocos coccinea*; árbol bajo del bosque mesófilo de montaña, más o menos frecuente en sitios no muy alterados (Fotos: Claudia Gallardo).

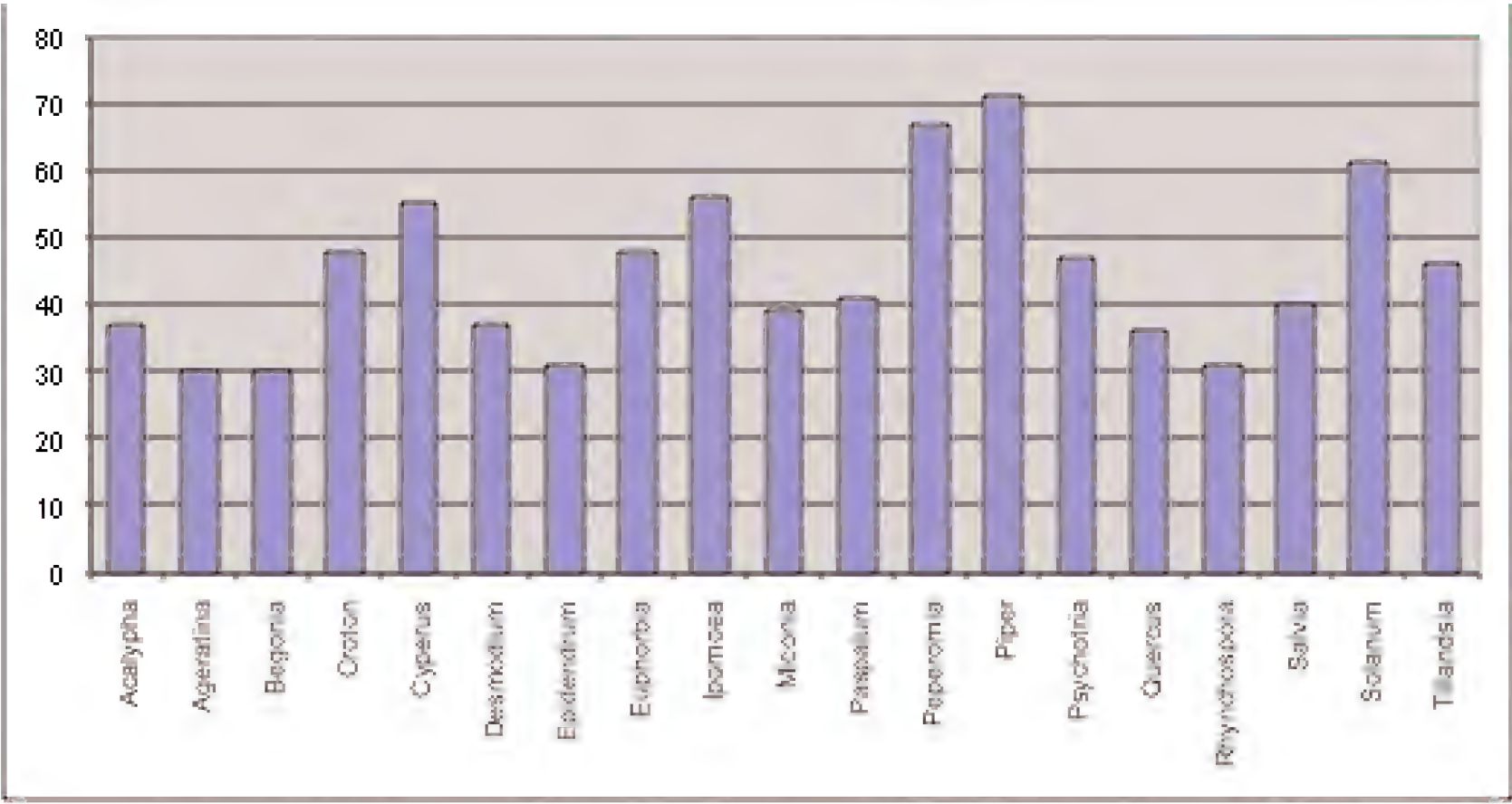


FIGURA 4. Géneros de plantas con semilla presentes en la flora de Veracruz con 30 o más especies nativas.

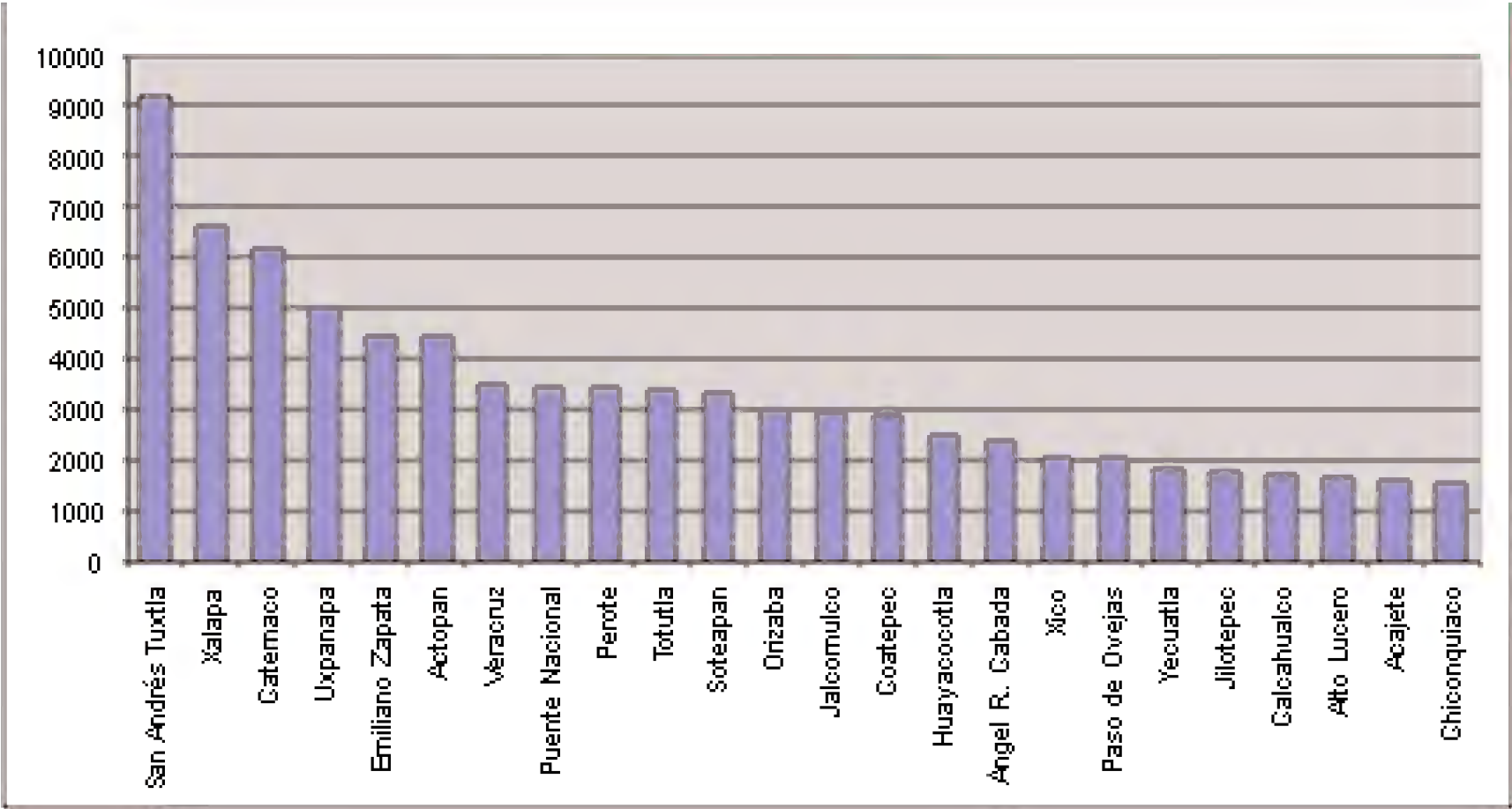


FIGURA 5. Densidad de colecta en los veinte municipios de Veracruz con mayor número de registros de especímenes.

de plantas con semillas para cuatro de ellos, 72 tienen menos de 100 registros, y sólo 38 cuentan con más de 1 000 registros de especímenes colectados dentro de sus límites. Estas cifras denotan que el esfuerzo de prospección ha sido desequilibrado, lo que resulta en una insuficiente representación de la distribución de muchas especies de plantas con semilla para el estado. Las cifras de densidad de colecta de los 24 municipios con más de 1 500 registros de colectas dan una idea de la situación (figura 5).

Igualmente, el conocimiento que se tiene de los diversos tipos de vegetación de la región proviene de contados enclaves muy bien colectados, pero poco se sabe de la composición florística de otros remanentes de la vegetación en la zona. Así, lo que se conoce del bosque tropical perennifolio y el bosque mesófilo de montaña deriva, en el primer caso, principalmente de las selvas de Los Tuxtlas y Uxpampapa y, en el segundo caso, de los bosques de Xalapa y algunos municipios circundantes. Al mismo tiempo, hay tipos de vegetación que están pobremente colectados, como los bosques de *Abies*, la vegetación xerófila y el bosque tropical caducifolio.

Un aspecto interesante de considerar, respecto a la densidad de colecta, resalta al analizar la lista de especies con mayor número de registros de la base de datos del herbario XAL. De las treinta especies más colectadas en Veracruz, 16 corresponden a plantas que típicamente se encuentran en ambientes ruderales o vegetación secundaria en general, o que son usadas como cercas vivas o plantas de ornato (cuadro 5). Entre ellas destacan algunas Asteraceae y Fabaceae, como *Melampodium divaricatum* (acahuale, mozote, ojo de gallo), y *Acacia cornigera* (cornezuelo), *A. pennatula* (espino blanco, huizache) y *Bahuinia divaricata* (pata de cabra), respectivamente, y algunas Malvaceae, como *Malvaviscus arboreus* (chunina, totopatzen, tulipancito del monte), *Sida acuta* (escobilla, malva), y *S. rhombifolia* (escobilla, hierba de perro, malva). De los pocos árboles que se encuentran entre estas treinta espe-

cies, sólo *Brosimum alicastrum* (juskapu, ojite, ojoche) y *Dendropanax arboreus* (carne de pescado, cucharo, palo de agua, tamalcahuite) pueden considerarse como posibles representantes de los bosques originales en que se encuentran. Otras dos especies, entre los árboles más colectados, son *Persea americana* (aguacate) y *Psidium guajava* (guayabo), cultivados ampliamente por sus frutos comestibles. Lo anterior quiere decir que una cantidad importante de los especímenes que se han colectado hasta ahora, sugieren la predominancia de ambientes que están en mayor o menor grado alterados y, por tanto, la flora original del estado está mal representada en las colecciones del herbario. Es necesario continuar documentando la distribución de las especies nativas de la flora estatal.

LA CONSERVACIÓN DE LA FLORA

El deterioro alcanzado en el paisaje del estado es profundo y, por tanto, la persistencia de muchas especies vegetales en este territorio se encuentra seriamente amenazada. El verdor generalizado de la campiña veracruzana (sobre todo en tiempos de lluvia) es engañoso, pues si bien da la sensación de una cubierta vegetal continua, oculta el terrible costo que para la biodiversidad regional ha implicado la sustitución de los ricos ecosistemas originales en extensos monocultivos (caña, cítricos, pastizales inducidos, piña), que además degradan los suelos y el agua.

Las tierras bajas (por debajo de los 750 m de altitud) son quizá las más afectadas, en donde ahora la vegetación original se encuentra reducida a manchones diminutos muy dispersos. Aquí la explotación de recursos forestales como la caoba (*Zwietenia macrophylla*) y el cedro (*Cedrela odorata*) y el establecimiento directo de potreros, ha sido acompañada por la devastación de la flora local. En las partes medias y altas, aunque existe también una fuerte fragmentación de los ecosistemas, hay un

poco más de conexión entre ellos; no obstante, con la explotación intensiva de encinos (*Quercus* spp.) y pinos (*Pinus* spp.) también la flora ha sido diez-
mada. Si se analiza con cuidado el cuadro 5, se puede inferir algo de lo que implica la degradación biológica que se menciona; *Quercus* es uno de los géneros de árboles más diversos y su desaparición conlleva la destrucción del microhábitat de otros taxones, como puede ser el caso de las especies epífitas de *Epidendrum* (varias orquídeas del tipo de las llamadas garcitas), *Peperomia* y *Tillandsia* (tenchos), que a su vez constituyen parte importante de los géneros más diversos de la flora estatal. Del mismo modo, la alteración de los ambientes de pastizales o sabanas naturales, afecta la permanencia de especies como las de los géneros *Cyperus*, *Paspalum* y *Rhynchospora*, todas ellas plantas gramíneas que también se encuentran entre los géneros más diversos en Veracruz.

No existen datos puntuales científicamente sustentados sobre qué tan cerca está o no de desaparecer alguna especie en particular del territorio de la entidad. Los análisis, además de precisar importantes aportaciones en recursos financieros, son laboriosos, pues implican una fuerte inversión en trabajo de campo para documentar cuántos individuos quedan en las menguadas poblaciones y dónde se encuentran, además de determinar cuáles son las implicaciones de esas cifras en la biología reproductiva y relaciones ecológicas de una especie determinada con otras, y que repercuten en su persistencia a largo plazo. Aun así, es seguro que el arrasamiento generalizado de la vegetación ya ha colocado en la vertiente de la extinción local o regional a muchas especies.

Es imprescindible continuar e intensificar la recopilación y análisis de datos sobre la distribución actual de las especies vegetales en el estado. El simple proceso de recolección y depósito de ejemplares en los herbarios es de crucial importancia para cumplir esa tarea. El incremento sistemático en los acervos de las colecciones biológicas reforzaría el papel

de los herbarios como entidades académicas proveedoras de información fidedigna sobre la diversidad vegetal presente, ya sea en los ecosistemas, las regiones fisiogeográficas o los reductos de vegetación dispersos en el estado.

CUADRO 5. Número de especímenes de las treinta especies más colectadas en Veracruz (según registros de la base de datos de XAL).

ESPECIES	NÚMERO DE REGISTROS
<i>Guazuma ulmifolia</i>	309
<i>Dendropanax arboreus</i>	294
<i>Malvaviscus arboreus</i>	288
<i>Asclepias curassavica</i>	253
<i>Sida rhombifolia</i>	240
<i>Piper hispidum</i>	212
<i>Lantana camara</i>	209
<i>Conostegia xalapensis</i>	205
<i>Bauhinia divaricata</i>	201
<i>Trichilia havanensis</i>	196
<i>Bursera simaruba</i>	193
<i>Brosimum alicastrum</i>	192
<i>Faramea occidentalis</i>	185
<i>Melampodium divaricatum</i>	181
<i>Sida acuta</i>	180
<i>Piper amalago</i>	178
<i>Psidium guajava</i>	175
<i>Casearia corymbosa</i>	173
<i>Cissus sicyoides</i>	171
<i>Xylosma flexuosum</i>	171
<i>Trema micrantha</i>	170
<i>Persea americana</i>	164
<i>Eugenia capuli</i>	163
<i>Iresine celosia</i>	160
<i>Acacia pennatula</i>	158
<i>Acacia cornigera</i>	156
<i>Anthurium scandens</i>	154
<i>Rhipsalis baccifera</i>	154
<i>Rivina humilis</i>	153
<i>Trophis racemosa</i>	153
<i>Parthenium hysterophorus</i>	152
<i>Ternstroemia sylvatica</i>	151

La diversidad biológica en este caso, de modo particular la de las espermatófitas, es importante no sólo estéticamente, sino también por el equilibrio dinámico ecológico que propicia y los recursos de todo tipo que significa para los humanos. Por ello es necesario rehabilitar zonas degradadas y tratar de

conservar lo más que se pueda lo que aún queda. Tal vez no lo apreciamos así, pero al paso que vamos estamos construyendo un gran museo biológico natural, que pronto empezará a quedarse notoriamente sin ejemplares en exhibición.

LITERATURA CITADA

- CASTILLO, G. (ed.) 2005-2008. *Flora de Veracruz*. fascículos 137-145. Instituto de Ecología, A.C., CITRO.
- CASTILLO, G., M.E. Medina, P.D. Dávila y J.A. Zavala, 2005, Contribución al conocimiento del endemismo de la flora vascular en Veracruz, México, *Acta Botánica Mexicana* 73: 19-57.
- DAMPF, A., 1940, El ilustre botánico Cyrus Guernsey Pringle y sus exploraciones en México, *Revista Sociedad Mexicana de Historia Natural* 1: 131-142.
- GÓMEZ-POMPA, A. (ed.) 1978-1991. *Flora de Veracruz*, fascículos 1-66, INIREB, Instituto de Ecología, A.C.
- GÓMEZ-POMPA, A. y L.I. Nevling, 1970, La flora de Veracruz, *Anales*, Instituto de Biología, UNAM, serie Botánica 41: 1-2.
- HEMSLEY, W. B., 1887, Botany, vol. 4, en F.D. Godwin y O. Salvin (eds.), *Biologia Centrali-americana*, 5 vols., Londres.
- RZEDOWSKI, J., 1978, *Vegetación de México*, Limusa, México.
- SIMMONDS, N.W. (ed.), 1976, *Evolution of crop plants*, Longman, Londres.
- SOSA, V., 1978, Hamamelidaceae, en A. Gómez-Pompa (ed.), *Flora de Veracruz*, fascículo 1, INIREB, Xalapa.
- SOSA, V. (ed.) 1992-2005. *Flora de Veracruz*. fascículos 67-136, Instituto de Ecología, A.C., Universidad de California, Riverside.
- SOSA, V. y A. Gómez-Pompa, 1994, Lista florística, en V. Sosa (ed.), *Flora de Veracruz*, fascículo 82, Instituto de Ecología, Xalapa.
- SOUSA, M., 1969, Las colecciones botánicas de C.A. Purpus en México. Periodo 1898-1925, University of California, *Publications in Botany* 51: 1-36.
- THE ANGIOSPERM Phylogeny Group, 2003, An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II, *Botanical Journal of Linnean Society* 141: 399-436.
- VILLASEÑOR, J.L., 2003, Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México, *Interciencia* 28: 160-167.



Cangrejo. Banco de imágenes Conabio (Foto: Quetzalli Sorelo)



INVERTEBRADOS

RESUMEN EJECUTIVO

Vicente Hernández-Ortiz

En los países situados en las regiones tropicales y subtropicales, reside cerca del 70 % de la diversidad biológica de todo el planeta, entre los cuales se encuentra México, considerado dentro de un grupo selecto de países megadiversos, en donde se concentra el 10 % de la diversidad terrestre y con un alto grado de especies endémicas (Mittermeier y Goettsch, 1992). Entre todos los seres vivos, los invertebrados constituyen una gran variedad de grupos de organismos que concentra la mayor diversidad biológica mundial, con el 80.8 % de todas las especies conocidas, en comparación con las plantas y algas (4 %), los vertebrados (0.4 %), y todos los microorganismos (14.8 %) (Australian Museum, 2005).

De acuerdo con la literatura publicada en México hasta 1991, la diversidad de los invertebrados de Veracruz fue estimada en 2 300 especies (incluyendo artrópodos y otros grupos), sugiriendo que esta cifra podría incrementarse hasta 14 000 especies (Morón, 1992).

A partir de la década de los noventa apareció la obra sobre la *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de los artrópodos de México*, publicada en cuatro volúmenes (Llorente *et al.*, 1996, 2000, 2002, 2004), en los cuales se registraron evidencias de la presencia de 31 386 especies de invertebrados en México, incluyendo arácnidos e insectos (28 784) y crustáceos (2 599). Sin embargo, las especies documentadas a nivel estatal en esa obra tan solo alcanzaron el 41.5 % (13 028 especies), situando a Veracruz como el estado con mayor diversidad, con 3 190 especies de artrópodos, seguido de Chiapas (2 102), Oaxaca (1 885) y Guerrero (1 664) (Llorente *et al.*, vol. I, 1996; Cordero y Llorente, vol. II, 2000).

La presente publicación incluye por primera vez información documentada para siete phyla que comprenden 409 familias y un total de 6 425 especies, con lo que, en conjunto con los datos extraídos de la literatura previamente publicada, se concluye que el estado de Veracruz posee una de las faunas de

invertebrados mejor documentadas del país, en donde se registran 718 familias y la presencia de 9 551 especies, principalmente representadas por insectos (74.9 %), arácnidos, incluyendo ácaros (9.8 %), crustáceos (5 %), anélidos (3.9 %), colémbolos, proturos y dipluros (1.5 %), diplópodos (1.3 %), equinodermos (1.05 %) y platelmintos (1.04 %), entre otros (cuadro 1).

En este libro se presenta información documentada de diversos invertebrados acuáticos como las esponjas, equinodermos, poliquetos, camarones y cangrejos, crustáceos con bolsa incubadora; además de helmintos parásitos de peces, lombrices de tierra, arañas, y diversos grupos de insectos como libélulas, coleópteros, dípteros, mariposas, avispa, hormigas, chinches, psócidos y trips. En cada uno de estos grupos, los autores abordan aspectos de su diversidad, ecología e importancia biológica y/o económica, además de un análisis acerca de su distribución en Veracruz basada en ecosistemas, regiones biogeográficas y en algunos casos con datos geográficos puntuales. Con base en su amplio conocimiento y experiencia los autores de cada capítulo, emiten opiniones calificadas sobre la necesidad de conservar los diferentes ambientes naturales de Veracruz, destacando los elementos que determinan la presencia y permanencia de ciertas especies. De igual forma, también se incluyen otros estudios sobre los insectos comestibles en el estado de Veracruz; el impacto de la fragmentación de las selvas tropicales sobre los escarabajos del estiércol; y otro acerca de los gorgojos del frijol y los efectos de sus parasitoides en el grano almacenado en el medio rural.

Sin duda, aún existe una gran cantidad de especies de invertebrados en Veracruz que no han sido documentadas, por lo cual es imprescindible la conservación y restauración de las áreas naturales y el establecimiento de un plan de desarrollo económico sostenible, cuyo eje sea la conservación y el uso racional de los recursos naturales.

LITERATURA CITADA

- AUSTRALIAN Museum, 2005, Biodiversity of Invertebrates, (www.bugwise.net.au/invertebrates).
- HOFFMANN, A. y G. López-Campos, 2000, *Biodiversidad de los ácaros de México*, Conabio/Facultad de Ciencias, UNAM, 230 pp.
- LLORENTE Bousquets, J., A.N. García Aldrete y E. González Soriano (eds.), 1996, *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*. Instituto de Biología, UNAM, 660 pp.
- LLORENTE Bousquets, J., E. González Soriano y N. Papaverio (eds.), 2000, *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*, vol. II, Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, UNAM, 676 pp.
- LLORENTE Bousquets, J. y J.J. Morrone (eds.), 2002, *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*, vol. III, Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, UNAM, 690 pp.
- LLORENTE Bousquets, J., J.J. Morrone, O. Yáñez Ordóñez y I. Vargas Fernández (eds.), 2004, *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*, volumen IV, Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, UNAM, 790 pp.
- MITTERMEIER, R.A. y C. Goettsch, 1992, La importancia de la diversidad biológica de México, en Sarukhán J. y Dirzo R., (comps.), *México ante los retos de la biodiversidad*, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, pp. 63-73.
- MORÓN, M.A., 1992, Estimación de la diversidad de invertebrados del estado de Veracruz, *Boletín Sociedad Veracruzana de Zoología* 2: 5-10.

CUADRO 1. Lista de grupos taxonómicos de invertebrados registrados para Veracruz indicando el total de familias y especies conocidas para cada uno de ellos.

PHYLUM	CLASES	ÓRDENES	FAMILIAS	ESPECIES	AUTORES (* EN ESTA OBRA)
Acanthocephala	2	3	5	14	* Salgado Maldonado
Annelida	Oligochaeta	7	7	68	* Fragoso
Annelida	Polychaeta	2	29	306	* Granados Barba
Echinodermata	5	21	39	100	* Solís-Marín y Laguarda-Figueras
Nematoda	2	1	13	32	* Salgado Maldonado
Onychophora	NA	NA	Peripatidae	1	Monge-Nágera 2000 (II)
Platyhelminthes	3	1	47	99	* Salgado Maldonado
Porifera	2	13	33	58	* Gómez
Arthropoda	Arachnida (Acari)	Astigmata	20	74	Hoffmann y López-Campos, 2000
Arthropoda	Arachnida (Acari)	Ixodida	2	24	Hoffmann y López-Campos, 2000
Arthropoda	Arachnida (Acari)	Mesostigmata	29	132	Hoffmann y López-Campos, 2000
Arthropoda	Arachnida (Acari)	Oribatei	18	19	Hoffmann y López-Campos, 2000
Arthropoda	Arachnida (Acari)	Prostigmata	51	216	Hoffmann y López-Campos, 2000
Arthropoda	Arachnida	Amblypygi	Phryniidae	1	Vázquez 1996 (I)
Arthropoda	Arachnida	Araneae	46	373	* Ibarra
Arthropoda	Arachnida	Opiliones	7	50	Kury y Cokendolpher, 2000 (II)
Arthropoda	Arachnida	Palpigradi	Eukoeneniidae	1	Vázquez, 1996 (I)
Arthropoda	Arachnida	Pseudoscorpiones	5	19	Ceballos, 2004 (IV)
Arthropoda	Arachnida	Ricinulei	Ricinoididae	1	Vázquez, 1996 (I)
Arthropoda	Arachnida	Schizomida	Hubbardiidae	4	Vázquez, 1996 (I)
Arthropoda	Arachnida	Scorpiones	6	16	Lourenço y Sissom, 2000 (II)
Arthropoda	Arachnida	Solifugae	Eremobatidae	3	Vázquez, 1996 (I)
Arthropoda	Branchiopoda	Anostraca	Streptocephalidae	2	Maeda-Martínez <i>et al.</i> , 2002 (III)
Arthropoda	Branchiopoda	2	3	3	Suárez-Morales <i>et al.</i> , 2000 (II)
Arthropoda	Chilopoda	Geophilomorpha	5	21	Foddai <i>et al.</i> 2002 (III)
Arthropoda	Diplopoda	11	24	125	Bueno-Villegas <i>et al.</i> , 2004 (IV)
Arthropoda	Entognatha	Collembola	17	129	Palacios-Vargas <i>et al.</i> , 2000 (II)
Arthropoda	Entognatha	Diplura	Campodeidae	4	Palacios-Vargas, 2000 (II)
Arthropoda	Entognatha	Protura	Eosentomidae	12	Palacios-Vargas, 2000 (II)
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	55	374	* Álvarez <i>et al.</i>
Arthropoda	Malacostraca	Peracarida (5)	34	106	* Winfield y Ortiz
Arthropoda	Maxillopoda	Canaloida	Diaptomidae	1	Suárez-Morales <i>et al.</i> , 2000 (II)
Arthropoda	Pycnogonida	Pantopoda	4	8	Munilla León, 2002 (III)
Arthropoda	Symphyla	Symphyla	2	2	Scheller, 2002 (III)
Arthropoda	Insecta	Archaeognatha	2	2	Palacios-Vargas, 2000 (II)
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Bruchidae	123	* Romero Nápoles
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Cerambycidae	365	Noguera & Chemsak, 1996 (I)
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Chrysomelidae	182	Furth, 2004 (IV)
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Cidae	18	Navarrete-Heredia y Burgos, 2000 (II)
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	24	Santiago-Fragoso y Spangler, 2000 (II)
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Hydraenidae	6	Navarrete-Heredia y Quiroz-Rocha, 2004 (IV)
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Leiodidae	13	Peck, 2000 (II)
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Melolonthidae	281	* Morón y Rojas-Gómez
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Passalidae	39	* Reyes-Castillo
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Scarabaeidae	173	* Deloya
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Scolytidae	272	* Equihua-Martínez <i>et al.</i>
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Silphidae	5	Navarrete-Heredia y Fierros-López, 2000 (II)
Arthropoda	Insecta	Coleoptera (Cantharoidea)	4	131	Zaragoza y Mendoza, 1996 (I)
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	16	250	* Delgado y Navarrete-Heredia
Arthropoda	Insecta	Dermaptera	5	27	Sakai, 2004 (IV)
Arthropoda	Insecta	Diptera	Bibionidae	10	Fitzgerald, 2000 (II)
Arthropoda	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	30	Ibañez-Bernal <i>et al.</i> , 1996 (I)

PHYLUM	CLASES	ÓRDENES	FAMILIAS	ESPECIES	AUTORES (* EN ESTA OBRA)
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	16	Andersen <i>et al.</i> , 2000 (II)
Arthropoda	Insecta	Diptera	Culicidae	139	* Ibáñez-Bernal <i>et al.</i>
Arthropoda	Insecta	Diptera	Dolichopodidae	35	Ibañez-Bernal <i>et al.</i> , 2004 (IV)
Arthropoda	Insecta	Diptera	Mydidae	6	Papavero, 1996 (I)
Arthropoda	Insecta	Diptera	Psychodidae	12	Ibañez-Bernal, 2000 (II)
Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	44	* Sandoval-Ruiz y Ibañez-Bernal
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tabanidae	25	Ibañez-Bernal y Coscarón, 2000 (II)
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tephritidae	98	* Hernández-Ortiz
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	35	Contreras-Ramos & Gelhaus, 2002 (III)
Arthropoda	Insect a	Embiidina (Embioptera)	Anisembiidae	6	Szumik, 2002 (III)
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	8	33	McCafferty y Lugo-Ortiz, 1996 (I)
Arthropoda	Insect a	Hemiptera(Heteroptera)	Enicocephalidae	6	Coscarón & Dellapé, 2002 (III)
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Pentatomidae	109	Thomas, 2000 (II)
Arthropoda	Insect a	Hemiptera (Heteroptera)	Reduviidae	56	Coscarón, 2002 (III)
Arthropoda	Insect a	Hemiptera (Heteroptera)	9	134	* Cervantes y Brailovsky
Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	Aphelinidae	11	Myartseva <i>et al.</i> , 2004 (IV)
Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	Encyrtidae	19	Trjapitzin <i>et al.</i> , 2004 (IV)
Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	Figitidae	7	Díaz & Gallardo, 2002 (III)
Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	Formicidae	342	* Rojas Fernández
Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	Mymaridae	9	Triapitsyn <i>et al.</i> , 2004 (IV)
Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	Vespidae	100	Rodríguez Palafox, 1996 (I)
Arthropoda	Insecta	Hymenoptera (Aculeata)	9	295	* González-Hernández y Carpenter
		excepto Formicidae y Apiformes			
Arthropoda	Insecta	Hymenoptera (Apoidea)	7	288	Ayala <i>et al.</i> , 1996 (I)
Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	7	25	González-Hernández, 2000 (II)
		(Chalcidoidea)			
Arthropoda	Insecta	Hymenoptera (Ichneumonoidea)	2	468	* González-Hernández <i>et al.</i>
Arthropoda	Insecta	Hymenoptera (Pompiloidea)	2	51	Ruiz y Coronado, 2002 (III)
Arthropoda	Insecta	Hymenoptera (Proctotrupoidea)	5	12	Loiácono y Margaría, 2002 (III)
Arthropoda	Insecta	Hymenoptera (Sphecoidea)	5	76	Ruiz <i>et al.</i> , 2002. (III)
Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Arctiidae	430	* Hernández-Baz
Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Castniidae	6	Miller, 2000 (II)
Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Saturniidae	78	Balcázar-Lara y Beutelspacher, 2000 (II)
Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Sphingidae	131	León-Cortés, 2000 (II)
Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Tortricidae	58	Razowski, 1996 (I)
Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	8	1166	* Luis Martínez <i>et al.</i>
		(Papilionoidea y Hesperioidea)			
Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	3	32	Davis, 2000 (II)
		(Tineoidea y Gracillarioidea)			
Arthropoda	Insecta	Mecoptera	Panorpidae	2	Byers, 1996 (I)
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	2	8	Contreras-Ramos, 2000 (II)
Arthropoda	Insecta	Neuroptera	7	74	Oswald <i>et al.</i> , 2002 (III)
Arthropoda	Insecta	Odonata	14	222	* González-Soriano y Novelo-Gutiérrez
Arthropoda	Insecta	Orthoptera	12	93	Barrientos-Lozano, 2004 (IV)
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlidae	3	Baumann y Kondratieff, 1996 (I)
Arthropoda	Insecta	Psocoptera	30	236	* García Aldrete
Arthropoda	Insecta	Siphonaptera	5	19	Ponce y Llorente, 1996 (I)
Arthropoda	Insecta	Thysanoptera	5	183	* Johansen-Naime y Mojica-Guzmán
Arthropoda	Insecta	Zygentoma	2	4	Palacios-Vargas, 2000 (II)
Totales	26	99	718	9,551	

Datos y autores en la presente obra (* marcados en oscuro); los registros publicados en obras anteriores con números en paréntesis indican el volumen del libro *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México*, referido en la literatura citada.

Esponjas marinas y de agua dulce (Porifera)



Patricia Gómez López

INTRODUCCIÓN

Los poríferos conocidos comúnmente como esponjas constituyen en la actualidad un grupo de gran éxito evolutivo, que se ha diversificado en varios miles de especies y que en cierta medida son un recurso biológico desconocido (Carballo y Gómez, 2002). Se reconocieron como animales por Ellis (1755) y Pallas (1766), aunque no se han definido sus afinidades con otros phyla. Es considerado uno de los grupos más primitivos de los animales pluricelulares (Hooper *et al.*, 2002), así como de los grupos animales más antiguos que aparecen en el planeta; según el registro fósil de los componentes esqueléticos que han dejado huella, datan del Precámbrico tardío, en la Era Proterozoica, hace 550 millones de años. Dichos hallazgos son contundentes en su aseveración, no así los de Doushantuo ubicados en China, aparentemente fósiles de organismos pluricelulares más avanzados que las esponjas (Li *et al.*, 1998; Chen *et al.*, 2000).

No obstante, las esponjas alcanzan su mayor dominancia en los periodos geológicos Pérmico y Triásico, la mayoría de estos grupos antiguos se extinguieron y las esponjas más evolucionadas lograron diversificarse en los mares recientes con una gran capacidad para adaptarse y sobrevivir a situaciones críticas de vida (Hooper y Van Soest, 2002).

DESCRIPCIÓN

Las esponjas se distinguen por la presencia de poros y canales a través de todo su cuerpo, están provistas de componentes únicos dentro del reino animal como son: 1) cámaras coanocíticas que sirven para bombear el agua, vital para su existencia; 2) un sistema de canales internos por los que atraviesa el agua; 3) un conjunto de células en movimiento, una de ellas con capacidad totipotencial (que cambia su función según sea necesario), y 4) un esqueleto formado por espículas (piezas microscópicas silíceas o

de carbonato de calcio). Por otro lado, están desprovistos de órganos específicos, no conforman un sistema de tejidos y su funcionamiento se basa en la actividad celular, la cual es casi independiente (Simpson, 1984). Las esponjas comprenden a aquellos animales adheridos al fondo del mar que se aprecian en toda la gama de colores y de formas diversas (Gómez, 2002).

BIOLOGÍA

La principal función de toda esponja es bombear un gran volumen de agua a través de su cuerpo, esa estructura interna de poros y canales corresponde al sistema acuífero, el cual difiere de acuerdo a su complejidad (Gómez, 2007b). Esto los hace filtradores no selectivos de partículas alimentarias y no alimentarias, ingiriendo bacterias, algas unicelulares y materia orgánica disuelta. Sin embargo, existe la excepción a la regla, la familia Cladorhizidae ha perdido su sistema acuífero y ha adquirido una actitud carnívora atrapando a pequeñísimos crustáceos (Vacelet y Boury-Esnault, 1995, 1996). Su reproducción puede ser sexual y asexual, en esta última se conocen varios procesos: por medio de gémulas, brotes y fragmentación, pero el más generalizado e importante es el crecimiento somático (Simpson, 1984). En la reproducción sexual, algunas especies son hermafroditas y otras son gonocóricas (sexos separados), y pueden ser ovíparas o vivíparas, con su larva (parenquímula, cinctoblástula o blástula) libre nadadora o reptante (Bergquist, 1978; Simpson, 1984; Gómez, 2007b).

Todas las esponjas tienen una gran capacidad de regeneración que parece ser vital para mantener a las poblaciones locales. De la misma manera, restablece los fragmentos de tejido dejados por los depredadores, o por las fuerzas ambientales como huracanes o el fuerte oleaje. El sostén y la configuración de una esponja la provee su esqueleto, el cual está constituido de minúsculas piezas llama-

das espículas, armadas por lo general en una reticulación. Ésta puede no tener espículas y sólo formar una red de fibras de espongina, en algunos casos ambas pueden estar ausentes. El esqueleto es base para la clasificación del phylum, además de las características morfológicas propias, así como reproductoras y ecológicas (Gómez, 2002, 2007b).

DISTRIBUCIÓN

Las esponjas son organismos netamente acuáticos y se encuentran en todo el globo terráqueo, ya sea en el mar, en los lagos, ríos o en los estuarios. No obstante, son más diversas y numerosas en ambientes marinos, en donde llegan a habitar desde la salpicadura de las olas hasta zonas profundas (8 000 m). En México se encuentran registros dispersos en toda la zona costera y marítima desde el Océano Pacífico, Golfo de California, Golfo de México y Mar Caribe, así como en algunos ríos, lagos o lagunas. Asimismo, los estudiosos mexicanos han recolectado ejemplares desde la zona supralitoral hasta los 3 600 m. La mayoría de estos ejemplares se encuentran depositados en la colección de Porifera del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, pero los de grandes profundidades aún no han sido determinados.

En el estado de Veracruz, la mayoría de las esponjas estudiadas se encuentran congregadas en las formaciones arrecifales y dispersas hacia la zona costera. Hasta el momento, la mayoría de los registros indica que son especies provenientes del gran Caribe con excepción de cuatro especies posiblemente cosmopolitas como *Cliona celata*, *Lissodendoryx isodictyalis*, *Dysidea fragilis* y *Chondrilla nucula* (Boury-Esnault y Lopes, 1985). El conjunto corresponde a una porción de la población total estudiada en el Caribe y sólo en esa región geográfica, por lo cual se han considerado especies endémicas del Atlántico tropical occidental (Van Soest,

1984), motivo suficiente para promover su protección y conservación.

La población de esponjas en la costa del Pacífico no es tan rica en especies como en el Caribe o Veracruz mismo. Sin embargo, esto puede deberse a que es una región menos estudiada y, por lo tanto, menor el número de especies registradas. Las especies del Pacífico no se encuentran relacionadas con las del Atlántico, excepto por dos o tres especies posiblemente vicariantes (separación de especies por barreras biogeográficas naturales), que poco han variado de su original predecesor.

DIVERSIDAD

La diversidad de esponjas en las costas mexicanas varía de un lado a otro del continente, en función del número de estudios realizados. No obstante que en México se han hecho grandes avances en este sentido, el conocimiento de estos organismos se puede considerar aún incipiente (Carballo y Gómez, 2002). Dado que el phylum Porifera se divide en tres clases, de acuerdo a la composición química de su esqueleto, en las Demospongiae y Hexactinellida es de sílice, y en la clase Calcárea es de carbonato de calcio (figura 2), los estudios en México sobre la biodiversidad de las diferentes clases, nos indican un conocimiento fragmentado: *Leucetta microraphis* (figura 2), es una esponja Calcárea registrada por primera vez en Veracruz (en este trabajo) y aun cuando hay otras dos especies de Calcárea en el Pacífico mexicano, los representantes de esta clase son organismos poco notorios, de coloración blanquecina que muchas veces pasan desapercibidos al observador. La clase Hexactinellida no tiene registros en México debido a que habitan principalmente a profundidades de 200 a 6 770 m, lo cual las mantiene inalcanzables para su estudio. Ambas clases no son muy diversas con 500 especies en el mundo, aproximadamente, para cada una (Gómez, 2002).



FIGURA 1. *Neopetrosia subtriangularis* de la clase Demospongiae, es racemosa rastrera con ósculos visibles (Foto: Luis José Ortiz Morales).



FIGURA 2. *Leucetta microraphis* (Foto: Luis José Ortiz Morales).

En cambio, en la clase Demospongiae se ha registrado una gran riqueza de especies en nuestro país, tal vez porque en ella se encuentra el 85 % de las especies de todo el grupo (Hooper y Van Soest, 2002), o bien porque habitan en todos los ambientes acuáticos, tanto en agua dulce, salobre, como marina. La suma de ambas razones hace que sean las más estudiadas, dando lugar a una mayor riqueza y

el posible hallazgo de nuevas especies y registros en el país (Gómez y Bakus, 1992; Gómez, 1998, 2006, 2007a; Sará *et al.*, 2001; Gómez *et al.*, 2002; Carballo *et al.*, 2003, 2004; Carballo y Cruz-Barraza, 2005). Por otro lado, las esponjas que habitan en arrecifes de coral presentan una mayor diversidad que los corales mismos (Wulff, 2006), como ha sido documentado para numerosas áreas del Caribe (Díaz y Rützler, 2001), en donde llevan a cabo funciones clave para el desarrollo de las formaciones del arrecife, al unir el marco estructural de éste (Wulff y Buss, 1979; Wulff, 2006).

En los estados de Veracruz y Quintana Roo, principalmente, se encuentran estos importantes ecosistemas arrecifales que involucran una infinidad de otros organismos. En particular, en el estado de Veracruz han sido encontradas alrededor de 100 especies de esponjas, de las cuales, poco menos del 50 % han sido descritas (cuadro 1; apéndice VIII.13); un 30 % no ha sido identificado, y alrededor del 20 % sólo ha sido observado. Por otro lado, existen grandes expectativas de encontrar un mayor número de especies, en virtud de que esta área geográfica no ha sido estudiada de manera sistemática, esto no sólo es para el estado de Veracruz, sino también para el litoral mexicano en general (figuras 3-6).



FIGURA 3. *Desmapsamma anchorata* de color rosa claro, es otra especie muy común en Veracruz y el Caribe, laguna arrecifal Sacrificios (Foto: Luis José Ortiz Morales).

CUADRO 1. Nombres de las localidades en donde han sido recolectadas las especies de esponjas en Veracruz (referidas en el apéndice VIII.13).

CLAVE	NOMBRE DE LA LOCALIDAD	CLAVE	NOMBRE DE LA LOCALIDAD
1	Galleguilla	14	Chopas
2	Gallega	15	Rizo
3	Blanquilla	16	Anegada de Afuera
4	Anegada de Adentro	17	Santiaguillo
5	Verde	18	Anegadilla
6	Pájaros	19	Cabezo
7	Sacrificios	20	Montepío
8	Punta Mocambo	21	Rompeolas
9	Hornos	22	Catemaco
10	Blanca	23	Tuxpan
11	Bajito	24	San Andrés Tuxtla
12	Polo	25	La Mancha
13	Isla de Enmedio		



FIGURA 4. *Niphates digitalis* único registro del ejemplar recolectado en 1962 en el rompeolas del puerto de Veracruz, no se ha vuelto a observar o recolectar, siendo su hábitat arrecifal (Foto: Patricia Gómez).



FIGURA 6. *Amphimedon compressa*, es una de las especies más comunes en las costas de Veracruz y el Caribe, con diversos morfotipos desde ramosa a incrustante y masiva, de color rojo intenso hasta el rosa mexicano (Foto: Luis José Ortiz Morales).



FIGURA 5. *Clathria (Thalysias) virgultosa* se presenta en forma rara en Veracruz; sin embargo, su hábitat es arrecifal, Punta Mocambo (Foto: Patricia Gómez).

Con respecto a las esponjas de agua dulce (Spongi-llidae, Demospongiae), prácticamente no han sido estudiadas en México, con excepción de algunos cuerpos de agua importantes como el lago de Pátzcuaro, las lagunas de Zempoala, o el lago de Xochimilco (Zorrilla, 1935; Rioja, 1940a, 1940b, 1940c; Poirrier, 1982). En estos ambientes, el total de especies descritas asciende a 17, de las cuales sólo tres se registran en el estado de Veracruz: *Spongilla fragilis* (= *Eunapius fragilis*), en Espagoya y en el Rabo de la laguna de Catemaco; *Ephydatia crateriformis* (= *Radiospongilla crateriformis*), en Tuxpan, y *Heteromeyenia ryderi* (*Rackiella ryderi*), en San Andrés Tuxtla (Rioja, 1954), las cuales fueron recolectadas por el pionero en los estudios de las ciencias marinas en México, el doctor Alejandro Villalobos. Exploraciones futuras seguramente incrementarán el número de especies dulceacuícolas conocidas no sólo en Veracruz, sino en todo México, ya que estas

especies presentan el fenómeno de criptobiosis, lo que les permite hibernar hasta que las condiciones ambientales les son favorables para su sobrevivencia. De igual forma, la especialización de sus gémulas ha permitido que su dispersión y evolución a través de los cuerpos de agua continentales sea muy exitoso (Pronzato y Manconi, 1994, 1995; Fell, 1995).

Las especies de agua dulce de la región neotropical, en la cual se incluye el sur de la placa de México (además de la zona de América del Sur, Indias Occidentales y América Central), se encuentran bajo estudio por Volkmer-Riveiro y Ezcurra de Drago (com. pers.), lo cual ayudará a validar las especies y actualizar su sistemática.

IMPORTANCIA

Las esponjas se han mantenido dentro del interés económico independientemente de los procesos ecológicos tan diversos y fundamentales que desarrollan (Carballo y Gómez, 2002; Gómez, 2002; Wulff, 2006). Las variadas disciplinas en las que hay un interés económico por las esponjas, son la farmacología marina, la bioquímica, la medicina, la biología, entre otras. Además de su importancia económica, en el campo de la medicina son de interés para estudios en el tratamiento de enfermedades como el cáncer y el virus de inmunodeficiencia adquirida (SIDA), entre otras. Estos estudios son resultado de la extracción de compuestos bioactivos producidos por las esponjas y todos los procesos que conlleva para detectarse como fármaco potencial (Faulkner, 1992; Gómez, 2002). Se sabe que las esponjas fabrican un amplio espectro de biotoxinas, tanto para su defensa contra los depredadores, modalidad que optan aquellos organismos indefensos que son sésiles (fijos al sustrato), como para evitar ser atacados por fuentes microbianas (Green, 1977). Además, estos aleloquímicos son armas letales que les sirven para competir por el espacio con otros organismos sésiles y también les ayudan a

impedir el crecimiento de otros sobre ellas, proceso llamado epibiontismo.

Otra área de gran interés económico por las esponjas, es la comercialización de las famosas esponjas de baño, que a pesar de haber sido explotadas durante casi dos siglos, y de haber surgido la esponja sintética, aún son comercializadas. Actualmente, se buscan organismos similares alrededor del mundo para obtener dicho recurso, debido a la escasez y, algunas veces, a la ausencia de éstos en su hábitat tan particular (Gómez, 2002). Aunado a esto son organismos que no se reproducen con celeridad, si se les compara con otros invertebrados, como algunos insectos que producen miles de huevecillos en una sola emisión, o de las bacterias que por medio de la bipartición o fisión binaria, se duplican una y otra vez. En condiciones apropiadas, una bacteria Gram-positiva puede dividirse cada 20–30 minutos y una Gram-negativa cada 15–20 minutos y, en alrededor de 16 horas, su número puede ascender a unos 5 000 millones (aproximadamente el número de personas que habita la Tierra). Finalmente, las esponjas sirven como modelos para entender el origen y evolución tanto del phylum Porifera mismo, como de los metazoarios u organismos pluricelulares (Hooper y Van Soest, 2002).

AGRADECIMIENTOS. A Vicente Hernández Ortiz su entusiasmo e invitación; a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) por su constante interés por conocer la biodiversidad de México; a Luis José Ortiz Morales las fotografías submarinas y a los revisores anónimos por sus acertados comentarios.

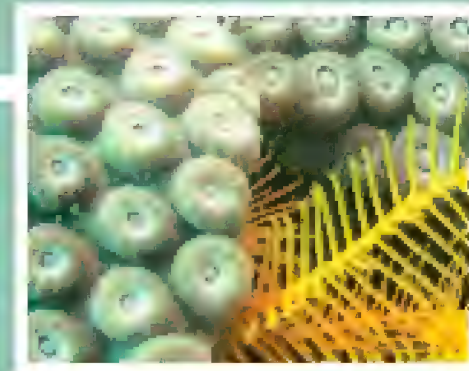
LITERATURA CITADA

BERGQUIST, P.R., 1978, *Sponges*, Hutchinson University Library, Londres, 268 pp.

- BOURY-ESNAULT, N. y M.T. Lopes, 1985, Les Démospouges littorales de l'archipel des Açores, *Annales de l'Institut Océanographique* 61(2): 149-225.
- CARBALLO, J.L. y J.A. Cruz-Barraza, 2005, First record of *Plakortis* Schulze (Porifera: Homosclerophorida) from the Northeast Pacific coast, with the description of *Plakortis albicans* sp. nov., *Zootaxa* 868: 1-12.
- CARBALLO, J.L., J.A. Cruz-Barraza y P. Gómez, 2004, Taxonomy and description of clionaid sponges (Hadromerida, Clionaidae) from the Pacific Ocean of Mexico, *Zoological Journal of the Linnean Society* 141: 353-397.
- CARBALLO, J.L., P. Gómez, J.A. Cruz-Barraza y D.M. Flores-Sánchez, 2003, Sponges of the family Chondrillidae (Porifera: Demospongiae) from the Pacific coast of México, with the description of three new species, *Proceedings of the Biological Society of Washington* 116(2):515-527.
- CARBALLO, J.L. y P. Gómez, 2002, Las esponjas marinas de Sinaloa: un recurso desconocido en nuestro litoral, en Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (ed.), *Atlas de los Ecosistemas de Sinaloa*, Sinaloa, México, pp. 117-125.
- CHEN, J.Y., P. Oliveri, C.W. Li, G.Q. Zhou, F. Gao, J.W. Hagadorn, K.J. Peterson y E.H. Davidson, 2000, Precambrian animal diversity: Putative phosphatized embryos from the Duoshantuo Formation of China, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 97(9): 4457-4462.
- DIAZ, M.C. y K. Rützler, 2001, Sponges: an essential component of Caribbean coral reefs, en *Bulletin of Marine Science: Proceedings of International Conference on Scientific Aspects of Coral Reef Assessment, Monitoring and Restoration* 69: 535-546.
- ELLIS, J., 1755, *An essay towards a natural history of the corallines and other marine products of the like kind, commonly found on the coasts of Great Britain and Ireland*. Londres, 103 pp.
- FAULKNER, J., 1992, Biomedical uses for natural marine chemicals, *Oceanus* 35(1): 29-35.
- FELL, P.E., 1995, Deep diapause and the influence of low temperature on the hatching of the gemmules of *Spongilla lacustris* (L.) and *Eunapius fragilis* (Leidy), *Invertebrate Biology* 114(1): 3-8.
- GÓMEZ, P., 1998, First record and new species of *Gastrophanelia* (Porifera: Demospongiae: Lithistida) from the central East Pacific, *Proceedings of the Biological Society of Washington* 111(4): 774-780.
- , 2002, *Esponjas marinas del Golfo de México y el Caribe*, AGT Editor, México, 134 pp.
- , 2006, *Yucatania clavus*, new genus and species of the family Thrombidae (Porifera: Astrophorida) from the continental shelf off Yucatan, Mexico, *Proceedings of the Biological Society of Washington* 119(3): 339-345.
- , 2007a, Inventario de las Esponjas del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, con nuevos registros de especies (Porifera: Demospongiae), en Granados-Barba A. (ed.), *La Investigación Científica en el Sistema Arrecifal Veracruzano*. p. 51-72. En: A. Granados-Barba, L.G. Abarca-Arenas y J.M. Vargas-Hernández (Eds.) *Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano*. Universidad Autónoma de Campeche. ISBN 968-5722-53-6. 304 p.
- , 2007b, Phylum Porifera, p. 42-58, en Fernández-Alamo M. y Rivas G. (eds.), *Niveles de Organización en Animales*, 205903 PAPIME-DGAPA, Universidad Nacional Autónoma de México (en prensa).
- GÓMEZ, P. y G.J. Bakus, 1992, *Aplysina gerardogreeni* and *Aplysina aztecus* (Porifera: Demospongiae), new species from the Mexican Pacific, *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, UNAM 19(2): 175-180.
- GÓMEZ, P., J.L. Carballo, L. Vázquez y J.A. Cruz, 2002, New records for the sponge fauna (Porifera: Demospongiae) of the Pacific coast of Mexico (eastern Pacific Ocean), *Proceedings of the Biological Society of Washington* 115(1): 223-237.
- GREEN, G., 1977, Ecology of toxicity in marine sponges, *Marine Biology* 40: 207-215.
- HOOPER J.N.A. y R.W.M. van Soest, 2002, *Systema Porifera: A guide to the classification of sponges*, Kluwer Academic, Nueva York (1), 1101 pp.

- HOOPER, J.N.A., R.W.M. van Soest y F. Debrenne, 2002, Phylum Porifera, en J.N.A. Hooper, y R.W.M. van Soest (eds.), *Systema Porifera: A guide to the classification of sponges*, Kluwer Academic, Nueva York, pp. 9-13.
- LI, C.W., J.Y. Chen y T.E. Hua, 1998, Precambrian sponges with cellular structures, *Science* 279: 879-882.
- PALLAS, P.S., 1766, *Elenchus zoophytorum sistens generum adumbrationes generaliores et specierum cognitarum succinctas descriptiones cum selectis auctorum synonymis*. P. van Cleef: The Hague, 451 pp.
- POIRRIER, M.A., 1982, Porifera, en Hulbert, S.H. y A. Villalobos (eds.), *Aquatic biota of Mexico, Central America and the West Indies*, San Diego State University, San Diego, California, pp. 59-61.
- PRONZATO, R. y R. Manconi, 1994, Adaptive strategies of sponges in inland waters, *Bolletino di Zoologia* 61(4):395-401.
- PRONZATO, R. y R. Manconi, 1995, Long term dynamics of a freshwater sponge population, *Freshwater Biology* 33(3):485-495.
- REITNER, J. y G. Wörheide, 2002, Non-Lithistid fossil Demospongiae-Origins of their palaeobiodiversity and highlights in history of preservation, en J.N.A. Hooper, y R.W.M. van Soest (eds.), *Systema Porifera: A guide to the classification of sponges*, Kluwer Academic, Nueva York, pp. 52-68.
- RIOJA, E., 1940a, Estudio crítico sobre las esponjas del Lago de Xochimilco, *Anales del Instituto de Biología* 11:173-189.
- , 1940b, Esponjas, hidrozoarios y briozoos del Lago de Pátzcuaro, *Anales del Instituto de Biología* 11: 443-449.
- , 1940c, Una nueva variedad de *Spongilla fragilis* Leidy de las Lagunas de Zempoala, *Anales del Instituto de Biología* 11: 554-557.
- , 1954, Contribución al estudio de las esponjas de agua dulce de México, *Anales del Instituto de Biología* 24: 425-433.
- SARÁ, M., P. Gómez y A. Sará, 2001, East Pacific Mexican *Tethya* (Porifera: Demospongiae) with descriptions of five new species, *Proceedings of the Biological Society of Washington* 114(3): 794-821.
- SIMPSON, T.L., 1984, *The cell biology of sponges*, Springer-Verlag, Nueva York, Berlín, 662 pp.
- SOEST, R.W.M. van, 1984, Marine sponges from Curaçao and other Caribbean localities, Part. III Poecilosclerida, *Studies on the Fauna of Curaçao and other Caribbean Islands* 66(199): 1-167.
- VACELET, J. y N. Boury-Esnault, 1995, Carnivorous sponges, *Nature* 373: 333-335.
- VACELET, J. y N. Boury-Esnault, 1996, A new species of carnivorous sponge (Demospongiae: Cladorhizidae) from a Mediterranean cave, *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique* 66: 109-115.
- WULFF, J.L., 2006, Rapid diversity and abundance decline in a Caribbean coral reef sponge community, *Elsevier* 127: 167-176.
- WULF, J.L. y W. Buss, 1979, Do sponges help hold coral reefs together?, *Nature* 281: 474-475.
- ZORRILLA, L., 1935, Algunos detalles acerca de los núcleos celulares estudiados por medio de la reacción de Feulgen y particularidades estructurales de las esponjas del lago de Xochimilco, *Anales del Instituto de Biología* 6: 258-268.

Crinoideos, estrellas, ofiuros, erizos y pepinos de mar (Echinodermata)



Francisco A. Solís-Marín
Alfredo Laguarda-Figuera

INTRODUCCIÓN

La biodiversidad de equinodermos del estado de Veracruz es considerable. Este conocimiento se ha logrado gracias a los estudios realizados en las diversas áreas y hábitats, lo cual ha dado lugar a inventarios que representan una invaluable información para todo tipo de investigaciones.

El inicio de los estudios sobre los equinodermos de Veracruz y en general, del Golfo de México, datan del siglo antepasado (1841), cuando Valentin citó la especie *Mellita hexapora* (*M. quinqueperforata*) de Veracruz. Posteriormente, Rathbun (1885) estudió los equinodermos recogidos por el Albatross en 1884 en el Golfo de México y gran Caribe. De 1877 a 1880, en el Blake se realizaron importantísimas recolecciones en el Golfo de México y gran Caribe, las cuales fueron estudiadas y dadas a conocer por Agassiz (1878-1879, 1888), Perrier (1881) y Théel (1886). Ives (1890) reportó la existencia de 13 especies de equinodermos para los estados de Veracruz y Yucatán, aportando así

los primeros datos sobre éstos de aguas someras de esas zonas.

Durante el siglo pasado, destacan los trabajos producto de las recolectas efectuadas en expediciones extranjeras y los trabajos realizados por Deichmann (1930, 1954), Clark, A.H. (1954), Caso (1943, 1946, 1948a, b, 1951, 1953, 1955, 1961a, b, 1968a, b, 1971a, b, 1974, 1979a, b), Phelan (1970), Downey (1972, 1973), Litvinova, N.M. (1975), Hendler y Turner (1987), Caso *et al.* (1994). Recientemente, destacan los trabajos de Barbosa-Ledesma *et al.* (2000), Turner y Graham (2003), Durán-González *et al.* (2005), Laguarda-Figuera *et al.* (2005). Casi o todos los trabajos realizados se refieren a colecciones en aguas litorales, y los menos se refieren a equinodermos recolectados en buques oceanográficos, particularmente de las campañas realizadas por el B/O Justo Sierra PROG-MEX (I-1983, II y III en 1984); OGMEX (I y II en 1987, V-1988, VIII-1989, IX y X en 1990, XI-1993, XII-1994, XIII-1995, XIV-1996, y XV y XVI en 1997), y SIGBEE (I-1997).

DESCRIPCIÓN

Los equinodermos (del griego *echinos* = espinoso; *dermatos* = piel), son invertebrados estrictamente marinos que están representados por las estrellas de mar y sus afines (lirios de mar, estrellas quebradizas u ofiuros, erizos y pepinos de mar) (figura 1). El phylum Echinodermata es un linaje muy viejo, y no muy distante del phylum Chordata. Existen aproximadamente 16 clases extintas de equinodermos, con más de 13 000 especies fósiles descritas que se agrupan en cinco subphyla, 23 clases y más de 3 100 géneros; muchas de ellas son bastante distintas en su forma a las actuales. Aparentemente, el grupo tiene una larga historia que comienza en el Precámbrico. Los equinodermos fueron ya bastante comunes y diversos en el Cámbrico temprano, hace 600 millones de años. Hasta las formas más primitivas poseían un esqueleto bien desarrollado y diversos patrones corporales (Hendler *et al.*, 1995).



FIGURA 1. Ejemplar de la estrella de mar *Linckia guildingii*. Arrecife de Isla Sacrificios, Veracruz (Foto: Ricardo Martínez Caballero).

BIOLOGÍA

La clave del éxito del patrón estructural básico de los equinodermos radica en el aprovechamiento de la simetría radial impuesta sobre una arquitectura de un celoma avanzado, incluyendo un endoesqueleto de origen mesodérmico. La tendencia de alimentación entre los organismos con simetría radial, ya sean sésiles o planctónicos, es enfrentar al medio ambiente en todas direcciones, alimentándose de diversas formas. Esta generalización se aplica a grupos de invertebrados con simetría radial primaria como los cnidarios, pero también a aquellos con simetría radial funcional, la cual adquieren por su tipo de vida sésil, como algunos poliquetos cavadores, entoproctos, ectoproctos, forónidos y otros. Muchos equinodermos han combinado la movilidad con la simetría radial, y no han concentrado su sistema nervioso central, una característica que les permite enfrentar al ambiente, de igual manera, por todos los lados de su cuerpo.

Mucha de la biología de los equinodermos está asociada con su única característica particular como phylum, que es la presencia del sistema vascular acuífero, el cual se origina de ciertas partes especializadas del celoma izquierdo (mesoceloma) durante su ontogenia. El sistema vascular acuífero es un complejo de canales y reservorios lleno de fluido que ayudan en el transporte interno y opera hidráulicamente mediante proyecciones carnosas que salen a través del esqueleto, denominadas pies ambulacrales. Las partes externas de los pies ambulacrales, o podios, tienen una gran variedad de funciones como locomoción, intercambio de gases, excreción, alimentación y receptores sensoriales, entre otros. Estas estructuras tan versátiles han ayudado en mucho al éxito del patrón corporal de los equinodermos.

Las especies actuales son básicamente animales pentarradiales, a pesar de que existen varias condiciones secundarias a ésta. Generalmente las partes del cuerpo en múltiplos de cinco se encuentran

orientadas en un eje oral-aboral. La superficie oral de los equinodermos está definida por la presencia de surcos ambulacrales con podios asociados (excepto en concentricicloideos), que se extienden a lo largo del brazo y forman los ambulacros, y los interambulacros son los espacios adyacentes que no poseen estas estructuras.

Dentro de la epidermis que cubre el cuerpo de los equinodermos, descansan algunos elementos esqueléticos, siendo de naturaleza muy compleja ya que presenta estructuras muy diversas, tales como espinas (con diferentes funciones, según su localización), pedicelarios (presentes en las estrellas de mar y erizos), células bioluminiscentes, etc. En las galletas de mar, el esqueleto se ha desarrollado como una testa rígida, y en los pepinos de mar como microestructuras que se encuentran inmersas en la dermis. En los ofiuroideos, los elementos esqueléticos de los brazos se han organizado a manera de vértebras, que le han permitido desarrollar movimientos semejantes a los de una serpiente. El endoesqueleto es calcáreo, compuesto en su gran mayoría de carbonato de calcio en forma de calcita, con pequeñas cantidades de carbonato de magnesio. El sistema celómico de los equinodermos generalmente se desarrolla de manera tripartita, el protoceloma, el mesoceloma y el metaceloma, típico de los deuterostomados.

El sistema vascular acuífero en las estrellas de mar presenta una madreporita externa, la cual, algunas veces, posee surcos u ornamentaciones, cuya epidermis está ricamente ciliada y porosa, lo cual permite una óptima respiración. Al parecer, todos los investigadores están de acuerdo en que es la entrada de agua al sistema vascular. El líquido dentro del sistema no es solamente agua de mar, también tiene elementos celulares (*e.g.* celomocitos), ciertos compuestos orgánicos como proteínas, y alta concentración de iones de potasio. La madreporita se conecta mediante el canal pétreo al anillo circular, cuerpos de Tiedemann y vesículas de Poli. Las partes últimas del sistema vascular son los pies

ambulacrales, los cuales pueden estar equipados con suctores.

La forma del cuerpo se mantiene por los distintos elementos esqueléticos; estructuras particulares como pies ambulacrales y branquias son mantenidas por la presión hidrostática. En la mayoría de los pepinos de mar los elementos esqueléticos son pequeños oscículos dispersos en la piel, alternando capas de músculos que le añaden estructura e integridad al cuerpo, activando los espacios celómicos del cuerpo para formar un esqueleto hidrostático. La mayoría de los equinodermos vivientes son capaces de reptar y/o nadar (excepto los lirios de mar).

Los equinodermos muestran un gran variedad de estrategias alimenticias, que van desde comedores pasivos por suspensión, hasta parásitos y caníbales estrictos. Los lirios de mar son comedores de materia suspendida, mientras que la mayoría de las estrellas de mar son depredadores oportunistas o excavadores. En general son carnívoros que ingieren una gran variedad de organismos como moluscos, crustáceos y otros equinodermos. Muchas especies son generalistas en términos de sus preferencias alimenticias, y muchas veces juegan papeles importantes como depredadores de alto nivel en comunidades inter y submareales.

Los ofiuroideos son los equinodermos que exhiben las más variadas formas de alimentación, incluyendo depredación, alimentación por suspensión (pasiva y activa), excavación, alimentación por depósito y probablemente parasitismo. El tracto digestivo de los ofiuroideos está reducido en comparación al de los asteroideos, ya que faltan intestino y ano, además el sistema se encuentra restringido al disco central del cuerpo.

Los erizos de mar pueden tener estrategias alimenticias muy variadas, pueden ser herbívoros (de varios tipos), alimentadores por suspensión, detritívoros y en algunos casos depredadores. En los erizos regulares, la alimentación depende en gran parte de la acción de un complejo aparato masticador que se encuentra dentro de la boca y que tiene cinco dien-

tes protráctiles, este aparato es llamado “linterna de Aristóteles”. La boca está situada en el centro en la superficie oral, o elevada anteriormente en algunos erizos irregulares.

La mayoría de los pepinos de mar son suspensívoros o alimentadores de depósito. Muchas de las formas sedentarias epibénticas extienden sus tentáculos impregnados de *mucus* para atrapar partículas orgánicas suspendidas, incluyendo plancton. La boca está situada en el extremo anterior del cuerpo, rodeada por los tentáculos bucales. El esófago es corto y lleva a un intestino largo y plegado, el cual desemboca en una cloaca. El sistema digestivo está asociado a dos fenómenos: la evisceración y la descarga de estructuras denominadas “Túbulos de Cuvier”, ambos fenómenos relacionados con las respuestas de defensa en el comportamiento de los pepinos de mar.

El transporte interno en los equinodermos es llevado a cabo principalmente por los elementos del celoma. Los fluidos son transportados generalmente por acción ciliar y en algunos casos, por bombeo muscular. El intercambio de gases en la mayoría de los equinodermos se hace a través de la piel la cual, por lo general, es delgada y ciliada. En los asteroideos el intercambio de gases se realiza principalmente en las pápulas o branquias dérmicas. Los ofiuroideos poseen invaginaciones de la pared corporal denominadas “bursas”, las cuales se abren al exterior a través de hendiduras ciliadas.

Algunos erizos regulares poseen cinco pares de branquias localizadas en el peristomio, sin embargo, estas branquias funcionan más bien como compensadoras de presión interna creada por el movimiento de la linterna de Aristóteles; la respiración se lleva a cabo en mayor proporción en la dermis. Los erizos irregulares poseen pies ambulacrales altamente modificados en la parte aboral del cuerpo, denominados petaloides, las partes externas de estos pies ambulacrales son de pared delgada y funcionan como superficies de intercam-

bio de gases. Los pepinos de mar poseen árboles respiratorios internos, que asociados a la cloaca (fuertemente musculada) generan un alto intercambio de gases. Algunos holoturoideos presentan pigmentos respiratorios muy evolucionados como la hemoglobina, pero su fisiología de la respiración ha sido poco estudiada.

En algunos equinodermos, la liberación de desechos (amonía) fuera del sistema se realiza a través de la pared corporal, este fenómeno ocurre en las estrellas de mar, a través de sus pápulas y pies ambulacrales, al igual que en los árboles respiratorios de los pepinos de mar. Los componentes celómicos encargados de realizar el transporte de los desechos son los celomocitos fagocíticos. En los ofiuroideos la excreción se realiza a través de las bursas, y en los erizos de mar se da en los pies ambulacrales y en las branquias. En los crinoideos este tipo de excreción se ha observado en los surcos ambulacrales, donde se depositan pequeñas bolsas de desecho.

Se considera a los equinodermos como organismos marinos estenohalinos, consecuentemente, no presentan problemas de regulación iónica y osmótica. Evidencias actuales muestran que los equinodermos son osmoconformadores y que tanto el agua como los iones, pasan relativamente libres a través de la superficie corporal, y la tonicidad del cuerpo varía con las fluctuaciones del medio ambiente.

El sistema nervioso de los equinodermos está centralizado y posee tres redes neuronales principales (ectoneural, hiponeural y endoneural), con senso-receptores distribuidos ampliamente sobre la piel de los equinodermos, siguiendo la disposición de la red ectoneural. Las neuronas sensoras de la epidermis responden al tacto, a las sustancias químicas disueltas, corrientes de agua y luz, asociadas generalmente a estructuras que sobresalen del cuerpo como espinas y pedicelarios.

La mayoría de los equinodermos son capaces de regenerar sus partes perdidas. Al parecer, la única

regla para que opere la regeneración, es que debe estar presente una parte del sistema nervioso y la madreporita del organismo para regenerar las demás partes del cuerpo, de ahí que muchas especies con decenas de madreporitas (como la estrella de mar devoradora de arrecifes *Acanthaster planci*) puedan regenerarse tan rápidamente y por ende, reproducirse asexualmente. La gran mayoría de los equinodermos son dioicos o gonocóricos, aunque también se da el fenómeno del hermafroditismo. El sistema reproductivo de los equinodermos es bastante sencillo y está relacionado directamente con el celoma, con gónadas albergadas generalmente dentro del peritoneo en senos genitales. Los pepinos de mar son los únicos equinodermos que poseen un solo penacho de gónadas; los crinoideos no poseen gónadas como tal, los gametos surgen de estructuras del peritoneo (extensiones celómicas) denominadas canales genitales. Los erizos, las estrellas, concentricicloideos, estrellas de mar y holoturoideos poseen gonoductos para liberar los gametos al medio, o en su caso a estructuras especializadas; en tanto que los crinoideos y ofiuroideos carecen de estos canales, y muchos ofiuroideos liberan sus gametos rompiendo la piel del disco que cubre las gónadas. Las estrategias de las historias de vida son muy variables entre los equinodermos, presentando fecundación externa con larvas de desarrollo directo o indirecto. Generalmente los desoves se dan durante la noche, cuando los equinodermos adquieren posiciones muy características para la expulsión de sus gametos.

DIVERSIDAD

Aproximadamente 7 000 especies de equinodermos habitan el planeta hoy día, y se han reconocido cinco clases. Los crinoideos (clase Crinoidea, *ca.* 700 spp.), las estrellas de mar (clase Asteroidea, *ca.* 1 800 spp.), los ofiuroideos (clase Ophiuroidea, *ca.* 2 000 spp.), los erizos de mar (clase Echinoidea, *ca.*

900 spp.) y los pepinos de mar (clase Holothuroidea, *ca.* 1 200 spp.). México alberga una significativa diversidad de equinodermos, ya que en la actualidad se conocen casi 600 especies que habitan nuestro mar territorial, aproximadamente el 10 % de las especies de equinodermos existentes en el planeta (Solís-Marín *et al.*, 1993).

En el estado de Veracruz se han encontrado hasta la fecha, 100 especies (Crinoidea: 2 spp., Asteroidea: 35 spp., Ophiuroidea: 25 spp., Echinoidea: 23 spp., y Holothuroidea: 15 spp.), distribuidas en 66 géneros, 39 familias, 22 órdenes y cinco clases (apéndice VIII.14). Dicho estado posee el 16.6 % de la fauna de equinodermos de los mares mexicanos, que corresponde al 1.5 % de los equinodermos del planeta. Por su composición, esta fauna del estado de Veracruz se asemeja a las de otros estados como Yucatán y Campeche, con las cuales comparte 37 y 34 especies, respectivamente. Más del 80 % de los registros se encuentran depositados en la Colección Nacional de Equinodermos ICML (UNAM), y el resto en la Colección de Equinodermos del National Museum of Natural History, Smithsonian Institution (Washington D.C, USA). Sólo un bajo porcentaje de registros se comparte entre ambas colecciones (~9 %).

Las especies que se encuentran con mayor frecuencia en los litorales del estado de Veracruz son las siguientes: *Nemaster rubiginosa* (figura 2), *Comactinia meridionalis* (Crinoideos); *Luidia* (*Luidia*) *alternata alternata*, L. (*Luidia*) *clathrata*, *Astropecten cingulatus* y *Tethyaster grandis* (Asteroideos) que se encuentran a lo largo del Golfo de México (Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán); *Ophioderma cinereum*, *Ophiothrix angulata* y *O. suensonii*; (Ofiuroideos); *Arbacia punctulata*, *Echinometra lucunter*, *Lytechinus variegatus*, *Clypeaster raveneli* y *Brissopsis atlantica* (Equinoideos); y *Holothuria* (*Thymiosyscia*) *arenicola* que también se encuentra en el Caribe mexicano y el Golfo de California, así como *Isostichopus badionotus* (Holoturoideos) (figura 3).



FIGURA 2. Brazos de un ejemplar del crinoideo *Nemaster rubiginosa*, asomándose por debajo de un coral. Arrecife de Isla Sacrificios, Veracruz (Foto: Miguel A. Román Vives).



FIGURA 3. Pepino de mar *Isostichopus badionotus*. Arrecife de Isla Sacrificios, Veracruz (Foto: Miguel A. Román Vives).

DISTRIBUCIÓN

Los equinodermos se distribuyen en todos los mares del planeta y a todas las profundidades; en zonas profundas de los océanos llegan a constituir el 90 % de la biomasa presente. Son especialmente abundantes en las zonas tropicales y subtropicales, aunque algunos grupos, como las estrellas de mar y holoturoideos, alcanzan una gran diversidad a la altura de los polos. Los crinoideos son

especialmente diversos en la Gran Barrera arrecifal Australiana, al igual que algunos grupos de estrellas de mar. El grupo se hace menos diverso conforme se desciende en la columna de agua, pero su abundancia en número de individuos y/o biomasa puede dominar la zona hadal del océano. La mayor diversidad de equinodermos se conoce de los 0 a los 300 m de profundidad. La especialización corporal hace que se distribuyan de diferentes maneras, por ejemplo, no todos los holoturoideos son bentónicos, se conoce una especie comensal (*Rynkatrope pawsoni*) que vive entre las branquias de un pez óseo; además, un buen número de especies de este grupo son nadadoras y su corona tentacular se ha transformado en un *velum* que usan a manera de paracaídas y que les permite desplazarse en la columna de agua. Los erizos que viven en las zonas de alta energía (rompiente), están sujetos a las rocas con ayuda de sus pies ambulacrales succionadores, y la forma y disposición de sus espinas amortigua el golpe de las olas; en cambio, los erizos que habitan a grandes profundidades tienen su testa más suave y soportan las altas presiones hidrostáticas que podrían aplastar a cualquier otro erizo, además, las espinas de las especies que habitan en las trincheras oceánicas son muy delgadas y largas, lo que disminuye considerablemente su peso corporal, situación que los favorece, ya que habitan sobre fondos blandos (figura 4).



FIGURA 4. Erizo de mar *Eucidaris tribuloides*. Arrecife de Isla Sacrificios, Veracruz (Foto: Miguel A. Román Vives).

En las costas del estado de Veracruz se encuentran diversos tipos de hábitats. En las aguas someras, uno de los hábitats más representativos es el arrecifal en el cual se hallan biotopos diversos, dando lugar a una amplia diversidad de substratos y de especies. Los equinodermos de aguas someras pueden vivir sobre coral vivo, vegetación sumergida, arena, rocas, coral muerto, etc. El 51 % de las especies reportadas en el presente trabajo viven sobre estos substratos; el 49 % restante habita en zonas profundas en substratos de arenas muy finas o fangosos. No obstante, independientemente de los porcentajes de los equinodermos existentes en los diversos ambientes de los océanos mexicanos, los esfuerzos futuros de recolecta, tanto en zonas someras poco accesibles, como en áreas profundas, podrían incrementar esta diversidad.

IMPORTANCIA

La importancia de los equinodermos estriba fundamentalmente en el papel que desempeñan en la trama trófica (nichos), así como en su capacidad para modificar las condiciones del substrato en el que viven (bioturbación). Además de su importancia ecológica, también existen ejemplos de su importancia económica, tal es el caso del pepino de mar como uno de los recursos pesqueros de México poco conocidos. En otros países se consume principalmente en sopas y ensaladas (recetas de países asiáticos); generalmente se deshidrata primero para después comercializarse. A partir de estos organismos, también se extraen diversas sustancias (del grupo de saponinas) para elaborar productos farmacéuticos de consumo humano, denominadas "holoturinas". Estas sustancias poseen principios activos capaces de inhibir el crecimiento de células cancerosas, y además actúan directamente sobre las células de la sangre y del sistema nervioso central de muchos animales vertebrados. Investigaciones al respecto están siendo conducidas en diversos labo-

ratorios del mundo, especialmente de Europa y Asia, sin embargo, en México, existen algunos estudios para la extracción de estas sustancias.

La especie que habita en el Océano Pacífico *Isostichopus fuscus*, fue declarada en peligro de extinción por el Instituto Nacional de Ecología (INE) hace ya más de 8 años, y se encuentra incluida en el catálogo de la Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna (CITES), sin embargo, no existen estudios científicos sobre sus poblaciones que nos permitan, de una manera certera, conocer la situación actual de esta especie. Existe el dato de que se exportan aproximadamente 1 200 toneladas métricas al año (en peso húmedo) de pepinos de mar a diferentes países de Asia, principalmente a China, donde son utilizadas para el consumo humano. Además de la explotación comercial de *I. fuscus*, también se comercializan otras especies mexicanas de pepinos de mar que la acompañan en su hábitat (*e.g. Holothuria* spp.), las cuales son utilizadas en otros países como materia prima para el desarrollo de productos químicos que ya elaborados alcanzan altos precios en el mercado. El pepino de mar es un producto pesquero que se debe explotar en México, empleando técnicas de maricultivo que puedan sustentar este recurso. Impedir su comercialización no es la mejor manera de proteger un recurso natural, se debe investigar, promover y desarrollar su maricultura para bien, tanto del sector social, como de las especies y del medio ambiente.

El erizo de mar es uno de los recursos pesqueros más importantes de la costa de Baja California Sur y una fuente de divisas para el país. En la temporada 1992-1993, esta pesquería obtuvo ingresos por cinco millones de dólares y propició alrededor de 2 000 empleos en la región (Semarnat). Las especies de erizos de mar que se explotan en el Océano Pacífico mexicano son: *Strongylocentrotus franciscanus* y *S. purpuratus*.

Es difícil hablar de endemismo cuando nos referimos a los equinodermos. De hecho, ni una sola de

las especies recolectadas en Veracruz es endémica, no obstante, en otro hábitat del país, el de la Laguna de Términos, Campeche, se ha encontrado un ofiuroido (*Amphiodia guillermosoberoni*) que a la fecha se sabe que habita exclusivamente el ambiente lagunar; sin embargo, es posible que en el futuro pueda encontrarse otra especie endémica en algún otro ambiente propio de las costas de Veracruz.

Las comunidades arrecifales requieren condiciones ambientales estables, debido a que son muy frágiles ante los cambios bruscos de las condiciones físico-químicas. Los impactos naturales en condiciones extremas (huracanes, ciclones, etc.) pueden modificar temporalmente el equilibrio dinámico y por lo tanto la biodiversidad en estos ecosistemas. Por otra parte, diversos tipos de contaminación producto de las actividades humanas impactan negativamente a las comunidades y, en ocasiones, el efecto de esa contaminación disminuye las poblaciones de ciertas especies de equinodermos. Tal es el caso de *Diadema antillarum*, especie de erizo caribeño que durante 1984 sufrió una mortandad masiva, debido a un patógeno no identificado relacionado con la baja salinidad (Hunte *et al.*, 1986); se estima que la población de esta especie se redujo en algunos lugares al 2 % de su densidad original (Lessios *et al.*, 1984). La disminución de las poblaciones de esta especie que consume diversos tipos de pastos marinos, incrementa la biomasa de los mismos, la cual en ocasiones cubre y sofoca a los corales, dando por resultado la destrucción de las colonias de estos organismos y reduciendo con ello la biodiversidad en estos ecosistemas. En ocasiones el impacto negativo de las actividades humanas en una sola especie de equinodermo, puede destruir una comunidad arrecifal.

AGRADECIMIENTOS. A la M. en C. Alicia de La Luz Durán González y al Técnico Juan Torres Vega, académicos del Laboratorio de Sistemática y Ecología de Equinodermos del ICML, por su valioso apoyo para la realización de este trabajo.

LITERATURA CITADA

- AGASSIZ, A., 1878-79, Reports of the results of dredging, under the supervision of Alexander Agassiz, in the Gulf of Mexico, by the United States Coast Survey Steamer "Blake". II, *Report on the Echini Bulletin of the Museum of Comparative Zoology* 5: 181-195.
- , 1888, *Characteristic deep-sea types. Echinoderms. Three cruises of the United States Coast and Geodetic Survey Steamer "Blake" in the Gulf of Mexico in the Caribbean Sea, and along the Atlantic Coast of the United States, from 1877 to 1880*, The Riverside, Press. Cambridge. 2: 84-127.
- BARBOSA-LEDESMA, I.F., F.A. Solís-Marín y A. Laguarda-Figueras, 2000, New records for cidaroid echinoids (Echinodermata: Echinoidea) of the Gulf of Mexico, Mexico, *Revista de Biología Tropical* 48: 721.
- CASO, M.E., 1943, *Contribución al conocimiento de los asteroideos de México*, tesis de maestría en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 136 pp.
- , 1946, Contribución al conocimiento de los equinodermos de México. I. Distribución y morfología de *Mellita quinquesperforata* (Leske), *M. lata* Clark y *M. longifissa* Michelin, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, México, 17: 247-259.
- , 1948a, Contribución al conocimiento de los equinodermos de México. II. Algunas especies de equinoideos litorales, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, México, 19: 183-231.
- , 1948b, Datos históricos y estado actual de la fauna de astéridos de México, *Sociedad Mexicana de Historia Natural* 1: 21-32.
- , 1951, Contribución al conocimiento de los ofiuroides de México. Algunas especies de ofiuroides litorales, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, México, 22: 219-312.
- , 1953, Estado actual de los conocimientos acerca de la fauna de los equinodermos de México, *Memoria del Congreso Científico Mexicano*, UNAM, México, 7: 209-222.

- , 1955, Contribución al conocimiento de los holothuroideos de México. Algunas especies de holothuroideos litorales de la costa Atlántica Mexicana, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, México, 26: 501-525.
- , 1961a, Los equinodermos de México, tesis doctoral, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 338 pp.
- , 1961b, Estudios sobre astéridos de México. Observaciones sobre especies de *Tethyaster* de las costas de México, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, México, 31: 449-461.
- , 1968a, Contribución al conocimiento de los holothuroideos de México. Ecología y morfología de *Holothuria glaberrima* Selenka, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, México, serie Ciencias del Mar y Limnología, 39: 21-30.
- , 1968b, Contribución al estudio de los holothuroideos de México. Un caso de parasitismo de *Bal-cis intermedia* (Cantraine) sobre *Holothuria glaberrima* Selenka, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, México, serie Ciencias del Mar y Limnología, 39: 31-40.
- , 1971a, Contribución al estudio de los holothuroideos de México. Morfología externa e interna y ecología de *Holothuria grisea* Selenka, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, México, serie Ciencias del Mar y Limnología 42: 31-40.
- , 1971b, Contribución al conocimiento de los equinoideos de México. Estudio morfológico de *Bris-sopsis alta* Mortensen, erizo de profundidad, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, México, serie Ciencias del Mar y Limnología 42: 41-56.
- , 1974, Contribución al estudio de los equinoideos de México. Morfología de *Tripneustes depressus* Agassiz y estudio comparativo entre *T. ventricosus* y *T. Depressus*, *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*, UNAM, México, 1: 25-40.
- , 1979a, Descripción de una nueva especie de ofiuroido de la Laguna de Términos, *Amphiodia guillermosoberoni* sp. nov., *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*, UNAM, México, 6: 161-184.
- , 1979b, Los equinodermos (Asteroidea, Ophiuroidea y Echinoidea) de la Laguna de Términos, Campeche, *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*, UNAM, México, publicación especial 3: 1-186.
- CASO, M.E., A. Laguarda-Figueras, F.A. Solís-Marín, A. Ortega-Salas y A.L. Durán-González, 1994, Contribución al conocimiento de la ecología de las comunidades de equinodermos de la Laguna de Términos, Campeche, México, *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, UNAM, México, 21: 67-85.
- CLARK, A.H., 1954, Echinoderms (other than holothurians) of the Gulf of Mexico, en P.S. Galtsoff, (ed.), *Gulf of Mexico: Its origin, waters and marine life*, U.S. Fish and Wildlife Service, Fish Bulletin, pp. 373-379.
- DEICHMANN, E., 1930, The holothurians of the western part of the Atlantic Ocean, *Bulletin Museum Comparative Zoology*, Harvard, 71: 41-226.
- , 1954, The holothurians of the Gulf of Mexico, en P.S. Galtsoff (ed.), *Gulf of Mexico: its origin, waters, and marine life*, Fishery Bulletin of the Fish and Wildlife Service, pp. 381-410.
- DOWNEY, M.E., 1972, *Midgardia xandaros* new genus, new species, a large brisingid starfish from the Gulf of Mexico, *Proceedings Biological Society of Washington* 84: 421-426.
- DOWNEY, M.E., 1973, Starfishes from the Caribbean and the Gulf of Mexico, *Smithsonian Contribution to Zoology* 126: 1-158.
- DURÁN-GONZÁLEZ, A., Laguarda-Figueras, F.A. Solís-Marín, B.E. Buitrón Sánchez, Cynthia A. Gust y J. Torres-Vega, 2005, Equinodermos (Echinodermata) de las aguas mexicanas del Golfo de México, *Revista de Biología Tropical*, 53 (supl. 3): 53-68.
- HENDLER, G. y R.L. Turner, 1987, Two new species of *Ophiolepis* (Echinodermata: Ophiuroidea) from the Caribbean Sea and Gulf of Mexico: With notes on ecology, reproduction and morphology, *Contributions in Science* (Los Angeles County Museum), 395: 1-14.

- HENDLER, G., Miller, J.E., Pawson, D.L. y P.M. Kier, 1995, Sea Stars, sea urchins and Allies: Echinoderms of Florida and the Caribbean, *Smithsonian Institute Press*, 390 pp.
- HUNTE, W., I. Coté y T. Tomasick, 1986, On the dynamics of the mass mortality of *Diadema antillarum* in Barbados, *Coral Reefs*, 4: 135-139.
- IVES, J.E., 1890, Echinoderms from the Northern Coast of Yucatan and the Harbor of Veracruz, *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 1890: 317-340.
- LAGUARDA-FIGUERAS, A., A.I. Gutiérrez-Castro, F.A. Solís-Marín, A. Durán-González y J. Torres-Vega, 2005, Equinoideos (Echinodermata: Echinoidea) del Golfo de México, *Revista de Biología Tropical*, 53 (supl. 3): 69-108.
- LESSIOS, H.A., D.R. Robertson y J.D. Cubit, 1984, Spread of *Diadema* mass mortality through the Caribbean, *Science* 226: 335-337.
- LITVINOVA, N.M., 1975, Ophiuroids of the Caribbean and Gulf of Mexico collected during 14th Cruise of the R/V Akademik Kurchatov, Institute of Oceanology, Academy of Sciences of the USSR, Moscú, 100: 196-204.
- PERRIER, E., 1881, Description sommaire des espèces nouvelles d'astéries. Reports on the results of dredging under the supervision on Alexander Agassiz, in the Gulf of Mexico, 1877-1878, by the United States coast survey steamer "Blake", Lieut-Commander C.D. Sigsbee, U.S.N., commanding and in the Caribbean sea, 1878-1879, by the U.S.C.S.S. "Blake", commander J.R. Bartlett, U.S.N., commanding, *Bulletin of the Museum Of Comparative Zoology*, Harvard College, 9: 1-31.
- PHELAN, T., 1970, A field guide to the cidaroid echinoids of the Northwestern Atlantic Ocean, Gulf of Mexico, and the Caribbean Sea, *Smithsonian Contribution to Zoology* 40: 1-22.
- RATHBUN, R., 1885, Report upon the echini collected by the U.S. Fish Commission Steamer "Albatross" in the Caribbean Sea and Gulf of Mexico, January to May, 1884, *Proceedings Of the United States Natural of History Museum* 3: 1-83.
- SOLÍS-MARÍN F.A., M.D. Herrero-Pérezrul., A. Laguarda-Figueras y J. Torres-Vega, 1993, Asteroideos y equinoideos de México (Echinodermata), en *Biodiversidad Marina y Costera de México*, S.I. Salazar-Vallejo y N.E. González (eds.), Conabio/CIQRO, México, pp. 91-105
- THÉEL, H., 1886, Report on the Holothurioidea. Reports on the Results of dredging, under the supervision of Alexander Agassiz, in the Gulf of Mexico (1877-1878), in the Caribbean Sea (1879-1880), and along the Eastern Coast of the United States during the Summer of 1880, by the U.S. Coast Survey Steamer 'Blake', Lieut Commander, C.D. Sigsbee, U.S.N., and Commander J.R. Bartlett, U.S.N., Commanding, *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology* 13: 1-20.
- TURNER, R.L. y B.D. Graham, 2003, *Calocidaris micans* (Cidariidae) and *Pseudoboletia maculata* (Toxopneustidae): additions to the sea urchin fauna (Echinodermata: Echinoidea) of the Gulf of Mexico, *Proceedings of the Biological Society of Washington* 116: 61-81.
- VALENTIN, G., 1841, Monographies d'Echino vivants et fossiles. Monographies d'Echinodermes, Scutelles, Anatomie. Neuchâtel, Francia, núms. 1-4, 155 p.

Helmintos parásitos de peces (Platyhelminthes, Acanthocephala y Nematoda)



Presoma de *Gorgorhynchoides bullocki*
(Foto: Guillermo Salgado)

Guillermo Salgado Maldonado

INTRODUCCIÓN

Reconocemos como helmintos a los gusanos parásitos de los phyla Platyhelminthes (clases Trematoda, Monogenoidea y Cestoda), Acanthocephala y Nematoda. Cada grupo presenta características biológicas distintivas. Los platelmintos son los gusanos planos, generalmente de tamaño pequeño. Los tremátodos se distinguen por su forma foliosa y la presencia de ventosas para fijarse a los tejidos del hospedero. Los monogéneos son más pequeños, y los céstodos tienen el cuerpo estrobilado como las “solitarias” (“tenias”) del hombre. Los acantocéfalos son gusanos que presentan una proboscis armada de ganchos en su extremo anterior con la cual se fijan a la mucosa intestinal de sus hospederos. En tanto que los nemátodos son cilíndricos de extremos afilados, cubiertos por una cutícula muy resistente. Las descripciones morfológicas y la biología de estos grupos puede consultarse en la bibliografía (Lamothe-Argumedo, 1983; Schmidt y Roberts, 1989; Bush *et al.*, 2001).

BIOLOGÍA

Los monogéneos son ectoparásitos, sobre la piel, las aletas, las branquias o los nostrilos de los peces y en la vejiga urinaria de anfibios. Otras especies de helmintos parasitan los ojos, el cerebro, la cavidad del cuerpo, la grasa, mesenterios, riñones, hígado, pulmones, musculatura, sangre o huesos de todos los grupos de vertebrados. Si bien, los parásitos intestinales son los más evidentes, cualquier órgano puede albergar helmintos.

Las formas de infección son también muy diversas. Los monogéneos tienen ciclos de vida directos, algunos de ellos son incluso vivíparos, y la infección es de pez a pez. También las larvas de algunos nemátodos pueden penetrar directamente por la piel de sus hospederos y establecerse como parásitos internos. Las sanguijuelas hacen las veces de vectores de helmintos entre los animales acuáticos, jugando el papel de transmisores, equivalente a los mosquitos y chinches en el medio terrestre. Los tremátodos tienen un primer hospedero intermediario

que siempre es un molusco, caracoles en la mayoría de los casos, y en otros bivalvos. Los hospederos definitivos pueden parasitarse por penetración de larvas de moluscos que salen del caracol, en otros casos al ingerir a caracoles en donde el parásito se enquistó; muchas veces, las larvas de tremátodos que salen del caracol se enquistan en la vegetación y los hospederos definitivos se infectan al ingerir el alimento. Estos son ciclos de vida hasta cierto punto sencillos; otros ciclos de tremátodos involucran por ejemplo a un caracol, un pez, un anfibio o reptil y el hospedero definitivo viene a ser un ave que depreda a este último hospedero intermediario. Los céstodos y los acantocéfalos también tienen ciclos de vida complejos. Los acantocéfalos siempre tienen un primer hospedero intermediario artrópodo, un insecto cuando el ciclo de vida es terrestre y un crustáceo cuando es acuático. Entre los nemátodos encontramos una variedad muy amplia de ciclos de vida, y formas de infección a los hospederos. Los peces pueden ser hospederos intermediarios o paraténicos (aquellos que albergan formas larvarias que no sufren desarrollo en este hospedero) de helmintos que van a madurar en aves o en otros vertebrados. Pero también pueden estar parasitados por especies de helmintos que maduran en ellos.

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN

Helmintos parásitos de peces marinos de Veracruz

La región marina del Atlántico Tropical Occidental (Tropical West Atlantic) se extiende desde el Golfo de México hasta la parte norte de América del Sur. Las áreas estuarinas de la parte norte del Golfo de México son subtropicales con claras afinidades ictiológicas con el resto de los peces marinos del Golfo de México. La fauna del Golfo de México y el Caribe es distinta de la de Sudamérica. Las familias dominantes en los estuarios de esta área geográfica incluyen los Ariidae, Carangidae, Clupeidae,

Engraulidae, Gerreidae, Mugilidae y Sciaenidae (Blazer, 2000). Los helmintos parásitos se asocian con familias determinadas de peces, de forma que la constitución de la fauna parasitaria de una localidad estará determinada por su constitución ictiológica (Salgado-Maldonado *et al.*, 2005). Lo anterior sugiere que la fauna de helmintos de los peces de las costas de Veracruz debe ser una fauna regional, incluyendo los parásitos de los peces registrados en los estados aledaños de Tamaulipas, Tabasco y la Península de Yucatán, así como también los helmintos registrados en peces del norte del Golfo de México incluyendo Texas, Alabama, Mississippi, Luisiana y Florida, en los Estados Unidos de Norteamérica, y los de las Antillas y el Caribe (Cuba, Jamaica, Puerto Rico).

En efecto, los datos existentes muestran que algunas de las especies de helmintos registradas en Veracruz se han recolectado en Campeche, Yucatán y Quintana Roo (véase, por ejemplo, registros de Sánchez-Ramírez y Vidal-Martínez, 2002), y también en los Estados Unidos de Norteamérica (ver Koratha, 1955; Hargis, 1957; Sogandares-Bernal y Hutton, 1958; Price, 1962; Nahhas y Sort, 1965; Corkum, 1967; Overstreet, 1969; Nahhas y Powell, 1971; Hendrix y Overstreet, 1977), Jamaica (Nahhas y Cable, 1964; Nahhas, 1993; Nahhas y Carlson, 1994), y Puerto Rico (Dyer *et al.*, 1985). De forma que un inventario de los parásitos de los peces de Veracruz debiera basarse en las especies que se han identificado en la región, es decir, considerar entre otros los registros de Moravec *et al.* (1997), Vidal Martínez *et al.* (1997), y González-Solís *et al.* (2002), y además los de Chandler (1935), Koratha (1955), Hargis (1955a,b; 1956a,b; 1957), Bullock (1957), Thatcher (1959), Corkum (1967), Overstreet (1969, 1973, 1977, 1978), Zhukov (1976, 1980, 1981, 1983, 1984), Deardoff y Overstreet (1981), Govoni (1983), Palas y Overstreet (2000), y Curran *et al.* (2002).

Sin embargo, la extensión del presente trabajo impide incluir registros inferidos. Por tanto, la lista

se limita a las especies de helmintos identificadas en los peces de aguas costeras de Veracruz (apéndice VIII.15). Se tienen pocos muestreos ocasionales, los datos reflejan el esfuerzo y campo de estudio de algunos investigadores (Bravo Hollis, Lamothe Argumedo y Caballero y Caballero). Es posible señalar que: 1) la fauna regional debe ser muy rica; 2) considerando la distribución de hospederos y sus parásitos, los endemismos deben ser regionales y no particulares a las costas de Veracruz; 3) al parecer, los platelmintos y acantocéfalos constituyen grupos numerosos entre los peces del área.

Helmintos parásitos de peces de agua dulce de Veracruz

La fauna de helmintos de peces de agua dulce de Veracruz tampoco está completamente estudiada, pero es muy rica (apéndice VIII.15). El listado incluye principalmente los registros de las cuencas de los ríos Papaloapan y Pánuco que se cuentan entre las cuencas más grandes de México, contienen faunas ictiológicas diversas y han sido muestreadas sistemáticamente (Salgado Maldonado *et al.*, 2005, 2006 y referencias en estos trabajos). Este inventario está caracterizado, en general, por los helmintos que parasitan a los Poeciliidae, Hep- tapteridae, Eleotridae, Characidae y Cichlidae, entre las principales familias de peces examinadas. La riqueza de especies documentada en el estado de Veracruz se explica porque estas familias de peces tienen muchos parásitos.

En los peces de agua dulce de Veracruz se han registrado 118 especies nominales de helmintos. Esto es, el 45 % de las especies de helmintos que se conocen en peces de agua dulce de México (cuadro 1). La dominancia de los grupos de tremátodos y nemátodos y el bajo número de especies de céstodos y acantocéfalos constituyen un patrón bien establecido en esta fauna en México (Salgado-Maldonado, 2006).

CUADRO 1. Diversidad taxonómica de helmintos parásitos de peces marinos y de agua dulce del estado de Veracruz.

	FAMILIAS MAR/DULCEAC	GÉNEROS MAR/DULCEAC	ESPECIES MAR/ DULCEAC/ MÉXICO
Tremátodos adultos	6/9	8/13	9/18//37
Metacercarias	-/7	-/17	-/25//52
Monogéneos	13/4	19/13	22/19/49
Céstodos adultos	-/4	-/6	-/8//15
Metacéstodos	-/2	-/4	-/5//22
Acantocéfalos adultos	3/2	5/5	6/5//7
Cistacantos	-/1	-/2	-/4//5
Nemátodos adultos	2/8	2/12	2/24//56
Larvas de nemátodos	2/4	2/7	2/10//19
Total	26/59	36/152	41/118//262

En la última columna se compara el número de especies registradas en Veracruz, con el total de especies de helmintos de peces de agua dulce registrados en México. Nótese la ausencia de datos de metacercarias, céstodos y larvas cistacanto de acantocéfalos para peces marinos.

Estas ricas comunidades de parásitos son naturales e indicadoras de condiciones apropiadas para el desarrollo de las comunidades bióticas en los cuerpos de agua muestreados, excepto las especies introducidas de helmintos. Las comunidades de parásitos de organismos acuáticos son indicadoras excelentes de la calidad del hábitat, pueden ser muy sensibles a cambios muy pequeños, no evidentes en el ecosistema. Muchos parásitos presentan ciclos de vida complejos (denominados heteroxenos porque incluyen varios hospederos), y exhiben una relación muy estrecha con el hábitat: su distribución geográfica está limitada a aquellas áreas en las que todos los hospederos obligados sean simpátricos y sincrónicos (que vivan en una misma localidad y en el mismo tiempo), en consideración a lo cual su presencia o ausencia permite diagnosticar inequívocamente características importantes del hábitat. La pérdida súbita de una especie particular de parásito en un hospedero vertebrado puede ser producto de la degradación de la estructura faunística o de cambios en la densidad poblacional de los hospederos. Los parásitos pueden usarse como indicadores de la

integridad del ecosistema y pueden usarse para medir las perturbaciones ambientales.

Los datos del presente trabajo muestran que los helmintos parásitos de peces de agua dulce de Veracruz son parte de una fauna mesoamericana (Vidal-Martínez y Kennedy, 2000; Aguilar-Aguilar *et al.*, 2003; Salgado Maldonado, 2006). En efecto, estas especies de helmintos se distribuyen junto con sus hospederos desde Nicaragua (quizá desde el Istmo de Panamá, Salgado-Maldonado, 2006), por el sureste de México incluyendo la Península de Yucatán, el norte de Chiapas y Tabasco, extendiéndose por la llanura costera del Golfo de México, la mayoría de ellas llegan hasta la cuenca del Papaloapan; algunas especies extienden su distribución hasta la cuenca del río Pánuco. En la fauna inventariada distinguimos también especies tropicales sudamericanas, cuya distribución viene desde Brasil o Argentina hasta el sureste de México, por la llanura costera del Golfo. Muy pocas especies son neárticas o de distribución mundial; estas especies son formas larvarias registradas en los peces y que se dispersan con las aves que son sus hospederos definitivos. El inventario incluye 14 especies de helmintos antropógenicamente introducidas.

Puesto que esta fauna es mesoamericana, el número de endemismos estrictos al territorio del estado de Veracruz en particular, y a México en general, es reducido. Sin embargo, Aguilar-Aguilar *et al.* (en prensa) identificaron que la cuenca del Papaloapan y la región de Los Tuxtlas, constituyen un “hotspot” para helmintos parásitos de peces dulceacuícolas en México, porque registran alta riqueza de especies y un grado alto de endemismo. Datos recientes de nuestras propias investigaciones indican que los peces del río La Antigua tienen una fauna rica y endémica de helmintos.

IMPORTANCIA

Por la extensión de este trabajo no es posible discutir profundamente la importancia de los registros helmintológicos, sobre todo de los peces de agua dulce del estado de Veracruz. La cuenca del Papaloapan ha sido señalada como un área de suma importancia zoonótica por la presencia de larvas de nemátodos del género *Gnathostoma*, parásitos de peces de agua dulce y que pueden llegar a afectar al hombre (Lamothe Argumedo *et al.*, 1989; Almeyda Artigas, 1991; Almeyda Artigas *et al.*, 2000; Lamothe Argumedo, 1997; Osorio Sarabia *et al.*, 2003). Otro aspecto de suma importancia, también referente a los helmintos parásitos de los peces de agua dulce, es el registro de especies introducidas junto con peces usados para acuicultura. Por ejemplo, la introducción de tilapias en particular, ha motivado la introducción de monogéneos a los peces nativos en el lago de Catemaco (Jiménez-García *et al.*, 2001, véanse datos en el apéndice VIII.15). Esto debe ser tomado en cuenta para la política acuicultural de la región, que favorece ampliamente el establecimiento de programas de introducción de tilapias. Las metacercarias de *Centrocestus formosanus* son otra especie introducida, ampliamente distribuida en Veracruz, la patología de esta especie en las branquias de los peces es grave (Scholz y Salgado Maldonado, 2001, datos en el apéndice VIII.15). La vecindad de la cuenca del Pánuco con la del Lerma a la cual se han introducido carpas, entre otras especies de peces para acuicultura, explica la presencia del céstodo asiático *Bothriocephalus acheilognathi*, que afecta a gran cantidad de especies nativas de peces y cuya patología incide directamente en los programas de conservación de la biodiversidad (Salgado Maldonado y Pineda López, 2003).

LITERATURA CITADA

- AGUILAR-AGUILAR, R., R. Báez-Valé, C. Mendoza-Palmero, G. Salgado-Maldonado y G. Barrios-Quiroz, 2003a, Nuevos registros de *Serpinema trispinosum* (Leidy, 1852) (Nematoda: Camallanidae) para México, *Universidad y Ciencia* 19: 62-65. (1)
- AGUILAR-AGUILAR, R., R. Contreras-Medina y G. Salgado-Maldonado, 2003, Parsimony analysis of endemicity (PAE) of Mexican hydrological basins based on helminth parasites of freshwater fishes, *Journal of Biogeography* 30: 1861-1872.
- AGUILAR-AGUILAR, R., G. Salgado-Maldonado, R.G. Moreno-Navarrete y G. Cabañas-Carranza, 2004, Helminthos parásitos de peces dulceacuícolas, en I. Luna, J.J. Morrone, y D. Espinosa, (eds.), *Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental*, Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, Mexico, pp. 261-269. (2)
- AGUILAR-AGUILAR, R., G. Salgado-Maldonado y A. Martínez-Aquino (en prensa), Richness and endemism of helminth parasites of freshwater fishes of México, *Journal of Biogeography*.
- ALMEYDA-ARTIGAS, R.J., 1991, Hallazgo de *Gnathostoma binucleatum* n. sp. (Nematoda: Spirurida) en felinos silvestres y el papel de peces dulceacuícolas y oligohalinos como vectores de la gnatostomiasis humana en la cuenca baja del río Papaloapan, Oaxaca-Veracruz, México, *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, UNAM 18: 137-155. (3)
- ALMEYDA-ARTIGAS, R.J., M.D. Bargues y S. Mas-Coma, 2000, ITS-2 rDNA sequencing of *Gnathostoma* species (Nematoda) and elucidation of the species causing human Gnathostomiasis in the Americas, *Journal of Parasitology* 86: 537-544. (4)
- BLAZER, S.J.M., 2000, *Tropical estuarine fishes*, Blackwell Science Ltd. Oxford, 372 pp.
- BRAVO-HOLLIS, M., 1953, Monogéneos de los peces marinos de las costas de México, *Memorias del Congreso Científico Mexicano* 7: 139-146. (5)
- , 1983, Monogenea (van Beneden, 1858) Carus, 1863 de peces marinos del Golfo de México y del Mar Caribe IX. Descripción de un género y una especie de la familia Heteraxinidae Price, 1962, subfamilia Heteraxininae Unnithan, 1957, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, serie Zoología 54: 1-11. (6)
- , 1984a, Monogenea (van Beneden, 1858) Carus, 1863, de peces del litoral mexicano del Golfo de México y del Mar Caribe. X. Nuevas localidades de colecta de seis especies conocidas, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, serie Zoología 55: 61-71. (7)
- , 1984b, Monogenea (van Beneden, 1858) Carus, 1863, de peces marinos del litoral Mexicano del Golfo de México y del Mar Caribe XI. Descripción de un género y especie nuevos de la subfamilia Chauhaneidae Euzet et Trilles, 1960, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, serie Zoología 55: 1-12. (8)
- , 1988, Monogenea (van Beneden, 1858) Carus, 1863, de peces marinos del litoral Mexicano del Golfo de México y del Mar Caribe. XII. Nuevas localidades de colecta de especies conocidas de Gastrocotílicos, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, serie Zoología 59: 1-14 (9)
- BRAVO-HOLLIS, M. y J. Caballero-Deloya, 1973, *Catálogo de la Colección Helminológica del Instituto de Biología*, Instituto de Biología, UNAM, Publicaciones Especiales 2, 138 pp. (10)
- BRAVO-HOLLIS, M. y G. Salgado-Maldonado, 1983, Monogenea (van Beneden, 1858) Carus, 1863 de peces del litoral mexicano del Golfo de México y del Caribe VIII. Presentación de siete especies conocidas con nuevas localidades geográficas y una nueva combinación, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, serie Zoología 53: 1-18. (11)
- BULLOCK, W.L., 1957, The acanthocephalan parasites of the fishes of the Texas Coast, *Ins. Mar. Sci.* 4(2): 278-283.
- CABALLERO y Caballero, E. y M. Bravo-Hollis, 1965a, Monogenea de peces marinos del litoral mexicano del Golfo de México y del Mar Caribe I, *Bulletin of Marine Science* 15: 535-547. (12)

- , 1965b, Monogenea (van Beneden, 1858) Carus, 1863 de peces marinos del litoral mexicano del Golfo de México y del Mar Caribe II, *Revista de Biología Tropical* 13: 101-121. (13)
- , 1965c, Trematoda Rudolphi, 1808 de peces marinos del litoral mexicano del Golfo de México y del Mar Caribe I, *Revista de Biología Tropical* 13: 297-301. (14)
- , 1969, Monogenea (Van Beneden, 1858) Carus, 1863 de peces marinos del litoral mexicano del Golfo de México y del Mar Caribe IV, *Anales del Instituto de Biología UNAM*, serie Ciencias del Mar y Limnología 40: 55-68. (15)
- CABALLERO y Caballero, E. y F. Jiménez, 1969, Presencia de *Prosthenthera obesa* (Diesing, 1856) Travassos, 1920 (Trematoda, Digenea) en peces comestibles de agua dulce de México, *Revista de Biología Tropical* 15: 283-287. (16)
- CABALLERO y Caballero, E. y H.A. Winter, 1954, Metacercariae of *Diplostomum spathaceum* (Rudolphi, 1819) Braun, 1893 in freshwater fishes of Mexico, *Ciencia* 14: 77-80 (17)
- CABALLERO-DELOYA, J., 1977, Estudio helmintológico de los animales silvestres de la Estación de Biología Tropical 'Los Tuxtlas', Veracruz, Nematoda II. Descripción de *Spirocamallanus neocaballeroi* sp. nov. (Nematoda: Camallanidae) del intestino de *Astyanax fasciatus* (Cuvier), en *Excerta parasitológica en memoria del Dr. Eduardo Caballero y Caballero*, publicación especial núm. 4, Instituto de Biología, UNAM, México, pp. 409-414. (18).
- CASPETA-MANDUJANO, J.M., 2000, *The nematode fauna of freshwater fishes in Central Mexico, a taxonomic-faunistic study*, Ph. D. Thesis, Institute of Parasitology, Academy of Sciences of the Czech Republic, České Budejovice, 127 pp. (19).
- , 2005, *Nematode parasites of freshwater fish in Mexico: key to species, descriptions and distribution*, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos, México, 175 pp. (20).
- CASPETA-MANDUJANO, J.M., F. Moravec y R. Aguilar-Aguilar, 2000a, *Cucullanus mexicanus* sp. n. (Nematoda: Cucullanidae) from the intestine of the freshwater catfish *Rhamdia guatemalensis* (Pimelodidae) in Mexico, *Helminthologia* 37: 215-217. (21)
- CASPETA-MANDUJANO, J.M., F. Moravec y G. Salgado-Maldonado, 1999, Observations on cucullanid nematodes from freshwater fishes in Mexico, including *Dichelyne mexicanus* sp. N, *Folia Parasitologica* 46: 289-295. (22)
- , 2000c, *Rhabdochona mexicana* sp. n. (Nematoda: Rhabdochonidae) from the intestine of characid fishes in Mexico, *Folia Parasitologica* 47: 211-215 (23)
- , 2000d, *Spinitectus mexicanus* n. sp. (Nematoda: Cystidicolidae) from the intestine of the freshwater fish *Heterandria bimaculata* in Mexico, *Journal of Parasitology* 86: 83-88. (24)
- , 2001, Two new species of rhabdochonids (Nematoda: Rhabdochonidae) from freshwater fishes in Mexico, with a description of a new genus, *Journal of Parasitology* 87: 139-143. (25).
- CHANDLER, A.C., 1935, Parasites of fishes of Galveston Bay, *Proceeding of the U.S. National Museum* 83:123-157.
- CHÁVEZ-LÓPEZ, R., J. Montoya-Mendoza, J. Franco-López, H. Barrera, y A. Morán, 1996, Parásitos de peces colectados en la Laguna de Alvarado, Veracruz, *Revista de Zoología*, número especial: 33-56. (26)
- CORKUM, K.C., 1967, Bucephalidae (Trematoda) in fishes of the Northern Gulf of Mexico: *Bucephalus* Baer, 1827, *Transactions of the American Microscopical Society* 86: 41-49.
- CURRAN, S.S., R.M. Overstreet y W.F. Font, 2002, *Thometrema lotzi* sp. nov. (Digenea, Derogenidae) from freshwater and brackish water fishes of Louisiana and Mississippi, *Acta Parasitologica* 47: 14-19.
- DEARDORFF, T.L. y R.M. Overstreet, 1981, Larval *Hysterothylacium* (= *Thynnascaris*) Nematoda: Anisakidae) from fishes and invertebrates in the Gulf of Mexico, *Proceedings of the Helminthological Society of Washington* 48: 113-126.
- DYER, W.G., E.H. Williams Jr. y L. Bunkeley Williams, 1985, Digenetic trematodes of marine fishes of the

- Western and Southwestern coasts of Puerto Rico, *Proceedings of the Helminthological Society of Washington* 52(1): 85-94.
- FUSCO, A.C. y R.M. Overstreet, 1978, *Spirocamallanus cricetus* sp. n. and *S. halitrophus* sp. n. (Nematoda: Camallanidae) from fishes in the Northern Gulf of Mexico, *Journal of Parasitology* 64: 239-244. (27)
- GARCÍA-PRIETO, L., 1990, Descripción de una especie nueva del género *Choanoscolex* La Rue, 1911 (Cestoda: Proteocephalidae) parásita de *Ictalurus meridionalis* de Temascal, Oaxaca, Mexico, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, serie Zoología 61: 337-342. (28)
- GARCÍA-PRIETO, L., L.M. Rodríguez y G. Pérez, 1996, *Proteocephalus brooksi* n. sp. (Cestoda: Proteocephalidae) in the neotropical freshwater fish *Rhamdia guatemalensis* (Siluriformes: Pimelodidae) from lake Catemaco, Veracruz, Mexico, *Journal of Parasitology* 82: 992-997. (29)
- GONZÁLEZ-SOLÍS, D., F. Moravec, V.M. Vidal-Martínez y S.E. Zárate-Pérez, 2002, Parasitic nematodes of the Florida pompano, *Trachinotus carolinus*, from the Peninsula of Yucatan, Mexico, *Helminthologi*, SAP 39: 1, 35-40.
- GOVONI, J.J., 1983, Helminth parasitism of three larval fishes in the northern Gulf of Mexico, *Fishery Bulletin*, 81(4): 895-898.
- HARGIS Jr., W.J. 1955a, Monogenetic trematodes of Gulf of Mexico Fishes. Part. III. The Superfamily Gyrodactyloidea (continued) Quart, *Journal of the Florida Academy of Sciences* 18(1): 33-47.
- , 1955b, Monogenetic trematodes of Gulf of Mexico fishes. Part. IX. The family Diclidophoridae Fuhrmann, 1928, *Trans. Ame. Micros. Soc.* 74: 377-388.
- , 1956a, Monogenetic trematodes of Gulf of Mexico fishes. Part. X. The family Microcotylidae Tanchenberg, 1879, *Trans. Ame. Micros. Soc.* 75: 436-453.
- , 1956b, Monogenetic trematodes of Gulf of Mexico fishes. Part. XI. The family Microcotylidae Tanchenberg, 1879 (continued), *Proceedings of the Helminthological Society of Washington* 23: 153-162.
- , 1957, Monogenetic trematodes of Gulf of Mexico fishes. Part. XIII. The family Gastrocotylidae Price, 1943 (continued), *Trans. Ame. Micros. Soc.* 76: 1-12.
- HAYWARD, C. J. y K. Rhode, 1999, Revision of the monogenean family Gotocotylidae (Polyopisthocotylea), *Invertebrate Taxonomy* 13: 425-460. (30)
- HENDRIX, S.S. y R.M. Overstreet, 1977, Marine aspidogastriids (Trematoda) from fishes in the Northern Gulf of Mexico, *Journal of Parasitology* 63: 810-817.
- JIMÉNEZ-GARCÍA, M.I., 1993, Fauna helmintológica de *Cichlasoma fenestratum* (Pisces: Cichlidae) del Lago de Catemaco, Veracruz, México, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, serie Zoología 64: 75-78 (31)
- JIMÉNEZ-GARCÍA, M.I., V.M. Vidal-Martínez y S. López- Jiménez, 2001, Monogeneans in introduced and native cichlids in Mexico: evidence for transfer, *Journal of Parasitology* 87: 907-909. (32).
- KORATHA, K.J., 1955, Studies on the monogenetic trematodes of the Texas coast. II. Description of species from marine fishes of Port Aransas, Institute of Marine Sciences 4: 253-278.
- LAMOTHE-ARGUMEDO, R., 1974, Estudio helmintológico de los animales silvestres de la Estación de Biología Tropical 'Los Tuxtlas', Veracruz. Trematoda I. Una nueva especie de *Saccocoelioides* Szidat, 1954, parásita de *Astyanax fasciatus aeneus* Günther, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, serie Zoología, 45: 39-44. (33).
- , 1977, *Caballeroiella isabellae* gen. nov. sp. nov. (Trematoda: Hemiuridae) parásito de *Rhamdia guatemalensis*. en *Excerta Parasitologica en memoria del Dr. Eduardo Caballero y Caballero*, publicación especial número 4, Instituto de Biología, UNAM, México, pp. 207-213. (34)
- , 1997, Hospederos definitivos, intermediarios y paraténicos de *Gnathostoma* en Veracruz y Oaxaca, México, *Cuadernos Mexicanos de Zoología* 3: 22-28. (35)

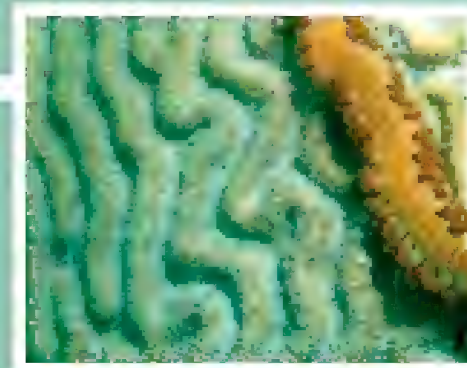
- LAMOTHE-ARGUMEDO, R., L. García-Prieto, D. Osorio-Sarabia y G. Pérez, 1997, *Catálogo de la Colección Nacional de Helminths*, Instituto de Biología, UNAM, Conabio, México, 211 pp. (36)
- LAMOTHE-ARGUMEDO, R., R.L. Medina-Vences, S. López-Jiménez y L. García-Prieto, 1989a, Hallazgo de la forma infectiva de *Gnathostoma* sp., en peces de Temascal, Oaxaca, México, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, serie Zoología 60: 311-320. (37)
- LAMOTHE-ARGUMEDO, R. y G. Ponciano-Rodríguez, 1986, Estudio helmintológico de los animales silvestres de la Estación de Biología Tropical "Los Tuxtlas", Veracruz. Trematoda III. Redescrición de *Stunkardiella minima* (Stunkard, 1938) Lamothe y Ponciano, 1985, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, serie Zoología 56: 323-336. (38)
- MANTER, H.W., 1947, The Digenetic trematodes of marine fishes of Tortugas, Florida, *Ame. Midl. Nat.* 38: 257-426.
- MENDOZA-FRANCO, E.F., T. Scholz y G. Cabañas-Carranza, 2003b, *Guavinella tropica* n. gen., n. sp. (Monogenea: Dactylogyridae) from the gills of the bigmouth sleeper, *Gobiomorus dormitor* (Perciformes: Eleotridae), from Mexico, *Comparative Parasitology* 70: 26-31. (39)
- MENDOZA-GARFIAS, B. y G. Pérez, 2005, *Phyllodistomum centropomi* sp. n. (Digenea: Gorgoderidae), a parasite of the fat snook, *Centropomus parallelus* (Osteichthyes: Centropomidae), in the Papaloapan River at Tlacotalpan, Veracruz State, Mexico, *Zootaxa* 1056: 43-51. (40)
- MONTOYA-MENDOZA, J., R. Chávez-López y J. Franco-López, 2004a, Helminths from *Dormitator maculatus* (Pisces: Eleotridae) in Alvarado lagoon, Veracruz, Mexico, and supplemental data for *Clinostomum complanatum* Rudolphi, 1814 from *Egretta caerulea* (Aves: Ardeidae), *Gulf and Caribbean Research* 16: 115-127. (41)
- MONTOYA-MENDOZA, J., D. Osorio-Sarabia, R. Chávez-López y J. Franco-López, 2004b, Helminths del pez *Dormitator maculatus* (Osteichthyes: Eleotridae) de Alvarado, Veracruz, México, *Revista de Biología Tropical* 52: 393-396. (42)
- MORAVEC, F., 1998, *Nematodes of freshwater fishes of the Neotropical Region*, Academia Praha, 464 pp.
- MORAVEC, F., M.I. Jiménez-García y G. Salgado-Maldonado, 1998a, New observations on *Mexiconema cichlasomae* (Nematoda: Dracunculoidea) from fishes in Mexico, *Parasite* 5: 289-293. (43)
- MORAVEC, F., G. Salgado-Maldonado y R. Aguilar-Aguilar, 2002c, Two new nematodes, *Paraseuratoides ophisterni* gen. et sp. n. (Quimperiidae) and *Philometra ophisterni* sp. n. (Philometridae), from the swamp-eel *Ophisternon aenigmaticum* in Mexico, *Folia Parasitologica* 49: 109-117. (44)
- , 2002d, *Gibsonnema* nom. n., a new name for the nematode genus *Paraseuratoides* Moravec, Salgado-Maldonado et Aguilar-Aguilar, 2002, *Folia Parasitologica* 49: 217. (45)
- , 2002e, *Neophilometroides* n. gen. (Nematoda: Philometridae) for *Philometroides caudatus* Moravec, Scholz and Vivas-Rodríguez, 1995, with erection of *Neophilometroidinae* n. subfam., *Journal of Parasitology* 88: 774-777. (46)
- MORAVEC, F., G. Salgado-Maldonado y J.M. Caspeta-Mandujano, 2000a, Three new *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) species from freshwater fishes in Mexico, *Journal of Parasitology* 86: 119-127. (47)
- MORAVEC, F., G. Salgado-Maldonado y M.I. Jiménez-García, 2000b, *Pseudocapillaria* (*Ichthyocapillaria*) *ophisterni* sp. n. (Nematoda: Capillariidae) from the swamp-eel *Ophisternon aenigmaticum* (Pisces) in Mexico, *Parasitology Research* 86: 290-293. (48)
- MORAVEC, F., G. Salgado-Maldonado y C. Vivas-Rodríguez, 1995, *Ascarophis mexicana* (Nematoda: Cystidicolidae) from two species of *Epinephelus* (Pisces) from the Gulf of Mexico in Southeastern Mexico, *Journal of Parasitology* 81: 952-955 (49)
- MORAVEC, F., V.M. Vidal-Martínez, J. Vargas-Vazquez, C. Vivas-Rodríguez, D. González-Solís, E. Mendoza-Franco, R. Simá-Álvarez, y J. Guemez-Ricalde, 1997, Helminth parasites of *Epinephelus morio* (Pisces: Serra-

- nidae) of the Yucatán Peninsula, southeastern Mexico, *Folia Parasitologica* 44: 255-266.
- MORAVEC, F., C. Vivas-Rodríguez, T. Scholz, J. Vargas-Vázquez, E. Mendoza-Franco y D. González-Solís, 1995f, Nematodes parasitic in fishes of cenotes (= sinkholes) of the Peninsula of Yucatan, Mexico. Part 1. Adults, *Folia Parasitologica* 42: 115-129. (50)
- NAHHAS, F.D., 1993, Some Acanthocephala and Digenaea of marine fish from Grand Cayman, Cayman Island, British West Indies, *Journal of the Helminthological Society of Washington* 60: 270-272.
- NAHHAS, F.M. y K. Carlson, 1994, Digenetic trematodes of marine fishes of Jamaica, West Indies, *Ecological Survey of Jamaica* 2: 1-60.
- NAHHAS, F.M. y R.B. Sort, 1965, Digenetic trematodes of marine fishes from Apalache Bay, Gulf of Mexico, *Tulane Studies in Zoology and Botany* 12: 39-50.
- NAHHAS, F.M. y E.C. Powell, 1965, Monorchidae (Trematoda) from marine of Apalachee Bay, Gulf of Mexico, *Journal of Parasitology* 51: 16-20.
- , 1971, Digenetic trematodes of marine fishes from the Floridian Northern Gulf of Mexico, *Tulane Studies in Zoology and Botany* 17: 1-9.
- OSORIO-SARABIA, D., A. Ocegueda-Figueroa, L. García-Prieto, R. Lamothe-Argumedo y H. Akahane, 2003, Gnathostomiasis in Papaloapan river basin, Mexico, *The Bulletin of Central Research Institute Fukuoka University* 1: 213-219 (51)
- OVERSTREET, R.M., 1969, Digenetic trematodes of marine teleost fishes from Biscayne Bay, Florida, *Tul. Stud. Zoo and Bot.* 15(4): 119-176.
- , 1973, Some species of *Lecithaster* Lühe, 1901 (Digenea: Hemiuridae) and related genera from fishes in the Northern Gulf of Mexico, *Trans. Amer. Micros. Soc.* 2(2): 231-240.
- , 1977, *Poecilancistrum caryophyllum* and other Trypanorhynch cestode plerocercoids from the musculature of *Cynoscion nebulosus* and other sciaenid fishes in the Gulf of Mexico, *Journal of Parasitology* 63(5): 780-789.
- PÁEZ-RODRÍGUEZ, M., R. Páez-Bistraín, J.J. Campos-Pérez y M.G. Velázquez-Silvestre, 2002, Parásitos en peces comerciales, en P. Guzmán-Amaya, C. Quiroga-Brahams, C. Díaz-Luna, D. Fuentes-Castellanos, C.M. Contreras, y G. Silva-López, (eds.), *La pesca en Veracruz y sus perspectivas de desarrollo*, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de la Pesca y Universidad Veracruzana México, pp. 127-144. (52)
- PALM, H.W. y R.M. Overstreet, 2000, New records of trypanorhynch cestodes from the Gulf of Mexico, including *Kotorella pronosoma* (Stossich, 1901) and *Heteronybelinia palliata* (Linton, 1924) comb. n., *Folia Parasitologica* 47: 293-302.
- PÉREZ, G. y A. Choudhury, 2002, Adult endohelminth parasites of ictalurid fishes (Osteichthyes: Ictaluridae) in Mexico: Empirical evidence for biogeographical patterns, *Comparative Parasitology* 69: 10-19. (53)
- PÉREZ, G., D. Osorio-Sarabia y L. García-Prieto, 1992, Helminthofauna del "juile" *Rhamdia guatemalensis* (Pisces: Pimelodidae), del Lago de Catemaco, Veracruz, *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 43: 25-31. (54)
- PINEDA-LÓPEZ, R. y C. González-Enriquez, 1997, *Bothriocephalus acheilognathi*: presencia e importancia de un invasor asiático infectando peces de Querétaro, *Zoología Informa* 35: 5-12. (55)
- PINEDA-LÓPEZ, R., G. Salgado-Maldonado, E. Soto-Galera, N. Hernández-Camacho, A. Orozco-Zamora, S. Contreras-Robledo, G. Cabañas-Carranza y R. Aguilar-Aguilar, 2005, Helminth parasites of viviparous fishes in Mexico, en Grier, H. y Uribe, M.C. (eds.), *Viviparous Fishes*, New Life Publications, Homestead, Florida. pp. 437-456 (56)
- PRICE, E.W., 1962, North American monogenetic trematodes. XI. The family Heteraxinidae, *Journal of Parasitology* 48: 402-418.
- SALGADO-MALDONADO, G., 1976, Acantocéfalos de peces III. Redescripción de *Dollfusentis chandleri* Golvan, 1969 (Acanthocephala: Illiosentidae) y descripción de una nueva especie del mismo género, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, serie Zoología 47:19-34 (57).

- , 1978, Acantocéfalos de peces IV. Descripción de dos especies nuevas de *Neoechinorhynchus* Hamann, 1892 (Acanthocephala: Neoechinorhynchidae) y algunas consideraciones sobre este género, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, serie Zoología 49: 35-48. (58)
- , G., 1979, Acantocéfalos de peces V. Redescrípción de cuatro especies de Palaeacantocéfalos parásitos de peces de México, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, serie Zoología 49: 49-70. (59)
- , 2006, Checklist of helminth parasites of freshwater fishes from Mexico, *Zootaxa* 1324: 1-357. (60)
- SALGADO-MALDONADO, G., R. Aguilar-Aguilar, G. Cabañas-Carranza, E. Soto-Galera y C. Mendoza-Palmero, 2005, Helminth parasites in freshwater fish from the Papaloapan river basin, Mexico, *Parasitology Research* 96: 69-89. (61)
- SALGADO-MALDONADO, G. y N.P. Barquín-Álvarez, 1978, *Floridosentis elongatus* Ward, 1953 y *Contraecum* sp. parásitos de *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, serie Zoología 49: 71-82. (62)
- SALGADO-MALDONADO, G., G. Cabañas-Carranza y J.M. Caspeta-Mandujano, 1998, *Creptotrema agnostomi* n. sp. (Trematoda: Allocreadiidae) from the intestine of freshwater fish of México, *Journal of Parasitology* 84: 431-434. (63)
- SALGADO-MALDONADO, G., G. Cabañas-Carranza, E. Soto-Galera, R. Pineda-López, J.M. Caspeta-Mandujano, E. Aguilar-Castellanos y N. Mercado-Silva, 2004, Helminth parasites of freshwater fishes of the Pánuco river basin, east central Mexico, *Comparative Parasitology* 71: 190-202. (64)
- SALGADO-MALDONADO, G., M.I. Jiménez-García y V. León-Règagnon, 1992, Presence of *Octospiniferoides chandleri* Bullock, 1957 in *Heterandria bimaculata* from Catemaco, Veracruz, and considerations about the acanthocephalans of fresh water fishes of Mexico, *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz* 87 Suppl. I: 239-240. (65)
- SALGADO-MALDONADO, G. y R.F. Pineda-López, 2003, The Asian fish tapeworm *Bothriocephalus acheilognathus*: a potential threat to native freshwater fish species in Mexico, *Biological Invasions* 5: 261-268. (66)
- SALGADO-MALDONADO, G., R. Pineda-López, V.M. Vidal-Martínez y C.R. Kennedy, 1997, A checklist of metazoan parasites of cichlid fish from Mexico, *Journal of the Helminthological Society of Washington* 64: 195-207. (67)
- SALGADO-MALDONADO, G., M.I. Rodríguez-Vargas y J.J. Campos-Pérez, 1995, Metacercariae of *Centrocestus formosanus* (Nishigori, 1924) (Trematoda) in freshwater fishes in Mexico and their transmission by the thiarid snail *Melanoides tuberculata*, *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 30: 245-250. (68)
- SÁNCHEZ-RAMÍREZ, C. y V.M. Vidal-Martínez, 2002, Metazoan parasite infracommunities of Florida pan-pano (*Trachinotus carolinus*) from the coast of the Yucatán Peninsula, México, *Journal of Parasitology* 88: 1087-1094.
- SCHMIDT, G.D. y L.S. Roberts, 1989, *Foundations of parasitology*, Mosby Co. St. Louis, 750 pp. (Sexta edición como Roberts, L.S. y J. Janovy. 2000. *Gerald D. Schmidt & Larry S. Roberts' Foundations of Parasitology*, McGraw Hill Boston, 670 pp.)
- SCHOLZ, T., M.L. Aguirre-Macedo y G. Salgado-Maldonado, 2001a, Trematodes of the family Heterophyidae (Digenea) in Mexico: a review of species and new host and geographical records, *Journal of Natural History* 35: 1733-1772 (69)
- SCHOLZ, T., A. de Chambrier y G. Salgado-Maldonado, 2001b, *Monticellia ophisterni* n. sp. (Cestoda: Monticelliidae) from the swamp-eel *Ophisternon aenigmaticum* (Synbranchiformes) from Mexico, *Journal of Parasitology* 87: 1328-1338. (70)
- SCHOLZ, T., V.R. Rosas, G. Pérez, A. Choudhury y A. de Chambrier, 2003, Taxonomic status of *Choanocollex lamothei* García-Prieto, 1990 (Cestoda: Proteocephalidae) using morphological and molecular evidence, *Journal of Parasitology* 89: 1212-1219. (71).
- SCHOLZ, T. y G. Salgado-Maldonado, 2000, The introduction and dispersal of *Centrocestus formosanus* (Nishigori, 1924) (Digenea: Heterophyidae) in Mexico: a review, *American Midland Naturalist* 143: 185-200. (72).

- SCHOLZ, T. y G. Salgado-Maldonado, 2001, Metacestodes of the family Dilepididae (Cestoda: Cyclophyllidae) parasitising fishes in Mexico, *Systematic Parasitology* 49: 23-40. (73).
- SCHOLZ, T., J. Vargas-Vázquez y G. Salgado-Maldonado, 1995d, Revision of *Genarchella* species (Digenea: Derogenidae) parasitizing freshwater fishes in Mexico and Central America, *Journal of Natural History* 29: 1403-1417.
- SKINNER, R.H., 1978, Some external parasites of Florida fishes, *Bulletin of Marine Sciences* 28(3): 590-595.
- SOGANDARES-BERNAL, F. y R.F. Hutton, 1958, Studies on helminth parasites from the coast of Florida. IV. Digenetic trematodes of marine fishes of Tampa, Boca Ciega Bays, and the Gulf of Mexico, *Quart. J. Flor. Aca. Sc.* 21(3): 259-273.
- THATCHER, V.E., 1959, A report on some monogenetic trematode parasites of Louisiana marine fishes, *Proc La. Acad. Sci.* 22: 78-82.
- VIDAL-MARTÍNEZ, V.M., M.L. Aguirre-Macedo y E.F. Mendoza-Franco, 1997, *Pseudorhabdosynochus yucatanensis* sp. n. (Monogenea: Diplectanidae) from the gills of the red grouper *Epinephelus morio* (Pisces: Serranidae) of the Yucatan Peninsula, Mexico, *Folia Parasitologica* 44: 274-278.
- VIDAL-MARTÍNEZ, V.M. y C.R. Kennedy, 2000, Zoogeographic determinants of the composition of the helminth fauna of neotropical cichlid fish, en G. Salgado-Maldonado, A.N. García Aldrete y V.M. Vidal-Martínez (eds.), *Metazoan parasites in the Neotropics: a systematic and ecological perspective*, Instituto de Biología UNAM, pp. 227-290.
- VIDAL-MARTÍNEZ, V.M., M.L. Aguirre-Macedo, T. Scholz, D. González-Solís y E.F. Mendoza-Franco, 2001, *Atlas of the helminth parasites of cichlid fish of Mexico*, Academia, Praha, pp. 165. (74).
- WINTER, H.W., 1953, Presencia de *Spirocamallanus spiralis* (Baylis, 1923) Olsen, 1952 (Nematoda) en peces marinos de aguas mexicanas, *Ciencia* 13: 137-140. (75)
- ZHUKOV, E.V., 1976a, New species of monogeneas from the genus *Haliotrema* Johnston et Tiegs, 1922 from fish of the family Lutjanidae in the Gulf of Mexico, *Trudy Biologo-Pochvennogo Instituta (Fauna, sistematika I flogeniya monogenoidei)* 35: 33-47.
- , 1976b, New members of the lower Monogenea from the gills of fish of the family Pomacentridae in the Gulf of Mexico. *Parazitologiya* 10: 359-368.
- , 1980a, Monogenea of the genus *Haliotrema* Johnston et Tiegs, 1922, from the gills of fishes (Holocentridae and Acanthuridae) of the Gulf of Mexico. *Parazitologicheskii Sbornik* 29: 41-52.
- , 1980b, New species of monogeneas from the genus *Haliotrema* from the gills of fish from the families Chaetodontidae and Scaridae in the Gulf of Mexico, *Parazitologiya* 14: 308-313.
- , 1981, New monogenean species of the genus *Haliotrema* Johnston et Tiegs, 1922 from the gills of fish of the families Pomadasyidae and Mullidae from the Gulf of Mexico, *Parazitologicheskii Sbornik* 30: 179-189.
- , 1983, New species of monogeneans of the genus *Haliotrema* from the gills of fish of the families Serranidae and Sparidae in the Gulf of Mexico, *Parazitologiya* 17: 57-61.
- , 1984, New species of monogeneans from the family Ancyrocephalidae from the gills of *Atherina stipes* in the Gulf of Mexico, *Parazitologiya* 18: 59-62.
- ZHUKOV, E.V. y Yu. L. Mamaev, 1985, A new representative of higher monogeneans from the gills of *Synodus foetens* in the Gulf of Mexico, *Parazitologiya* 19: 250-253.

Gusanos anillados marinos (Annelida: Polychaeta)



Alejandro Granados Barba

INTRODUCCIÓN

El presente capítulo representa la primera integración de la información acerca de la riqueza de los gusanos anillados marinos (anélidos poliquetos) del estado de Veracruz, en donde se incluyeron los ambientes y localidades muestreadas de los trabajos publicados hasta 2007. Veracruz es relevante en cuanto a la fauna bentónica marina de los anélidos poliquetos, ya que es aquí donde se tiene el primer registro de una especie de poliqueto para México. Los poliquetos son un grupo abundante y diverso en los fondos del ambiente marino, por ello evaluar la biodiversidad de este grupo en Veracruz representa un objetivo científico básico, que coadyuva a comprender mejor los recursos biológicos costeros y marinos del estado, así como al establecimiento de estrategias para su manejo y conservación.

DESCRIPCIÓN

Existen trabajos donde se puede ampliar la información aquí vertida sobre los diferentes temas (Fauchald, 1977; Fauchald y Jumar, 1979; Salazar Vallejo *et al.*, 1989; Pocklington y Wells, 1992; Ruppert y Barnes, 1996; Solís Weiss y Hernández Alcántara, 1994; Reish y Gerlinger, 1997; Fauchald y Rouse, 1997; Giangrande, 1997; Rouse y Fauchald, 1997; Hutchings, P., 1998; Beesley *et al.*, 2000).

Los Polychaeta (Grube, 1850) conforman la clase más numerosa y diversa del filo Annelida (Lamarck, 1802). Definir un poliqueto resulta complicado debido a su enorme variabilidad en cuanto a formas de vida y hábitos (nadadores, rastreros, excavadores, tubícolas o parásitos). Morfológicamente, estos gusanos anillados presentan tres regiones generales: 1) Una región anterior, o cabeza (el pros-

tomio) que puede presentar estructuras sensoriales como ojos y antenas, así como palpos asociados a la boca que son usados en la alimentación. 2) Una región troncal segmentada (el metastomio) que representa el cuerpo y porta unas proyecciones laterales sostenidas por varillas rígidas (los parápodos) que son utilizados, a manera de “patas”, para moverse; éstos, normalmente tienen una rama dorsal (el notópodo) y una ventral (el neurópodo) de los cuales emergen las quetas, sedas o setas (estructuras que le dan el nombre al grupo), cuyo número, forma, tamaño y función es variable. El tronco puede separarse en tórax y abdomen; puede medir desde menos de 1 m hasta 3 m de longitud. 3) Una región posterior (el pigidio) en la que generalmente se localiza el ano y otras estructuras accesorias.

En general hay una relación entre el tipo de vida del poliqueto y el desarrollo de sus parápodos, por lo que formas nadadoras (pelágicas) o caminadoras (epifauna) tienen parápodos más desarrollados, con proyecciones foliosas o lamelares; en las formas enterradoras (endofauna) los parápodos tienden a reducirse y en el caso de las formas que habitan en tubos (tubícolas) prácticamente desaparecen.

BIOLOGÍA

Los poliquetos se distinguen porque poseen órganos nucleares, un par de estructuras sensoras ubicadas en el margen del peristomio. Su sistema nervioso consta de un cerebro anterior y un cordón nervioso que corre ventralmente en todo el cuerpo, con un par de ganglios de los cuales parten nervios laterales por segmento. Presentan axones gigantes con los que pueden contraerse muy rápidamente, siendo importante en las formas tubícolas para entrar a y salir de sus tubos. Para avanzar en la arena se mueven mediante ondulaciones corporales y/o movimientos de reptación.

La circulación en los poliquetos es resultado del movimiento de líquidos en el sistema vascular sanguíneo y celoma. La sangre suele ser incolora, o

puede contener pigmentos respiratorios (comúnmente hemoglobina). El intercambio de gases se da mediante branquias o a través de la pared corporal; no obstante, algunas especies almacenan oxígeno o cambian a respiración anaerobia durante horas e incluso días.

El sistema digestivo es completo; consta de un tubo recto que se extiende desde la boca hasta el ano. Su porción anterior (llamada probóscide o faringe) puede evertirse y contar con mandíbulas, maxilas y papilas. Tienden a consumir material que se deposita en el fondo (depositívoros); los tubícolas filtran partículas con tentáculos anteriores o recolectándolas del agua o sedimento, extendiendo sus palpos, eliminando los desechos hacia la corriente de agua, o mediante cordones de excremento.

La reproducción puede ser sexual, o asexual y presentar epitokia, que es la formación de un individuo reproductor nadador pelágico (epitoco), adaptado para realizar una actividad en la que se congregan individuos maduros para aumentar la probabilidad de fecundación. Pueden desovar libremente al agua, hacerlo en masas gelatinosas e, inclusive, incubar en cámaras corporales o en el tubo que habitan.

Tienen alta capacidad de regeneración y elaboran tubos calcáreos o de mucus y arena, o forman madrigueras simples; también hay horadores de rocas y otros viven asociados con esponjas, moluscos, corales o algas. Hay tres patrones de vida principales: 1) Formas anuales que se reproducen una vez y después mueren, con alto éxito reproductivo. 2) Formas perennes, son especies que viven y se multiplican más de una vez al año, con bajo éxito reproductivo. 3) Formas plurianuales, son especies con una vida corta, de dos o más generaciones en un año, con alto éxito reproductivo.

DIVERSIDAD

A nivel mundial, los Polychaeta están formados por 81 familias y un número de especies que, de

acuerdo con Viéitez *et al.* (2004) oscila entre 8 500 y 16 000. El descubrimiento de nuevos ambientes, las continuas revisiones dentro del grupo y el pobre estado del conocimiento en las zonas tropicales (nuevas especies son descritas constantemente) son aspectos relacionados con las diferentes estimaciones. En México, se tiene conocimiento de registros de poliquetos que corresponden a un número que, de acuerdo con Hernández Alcántara (2002), es cercano a 758 especies tan sólo para el Golfo de California, por lo que este mismo autor (com. pers.) estima más de 1 100 especies para las costas del Océano Pacífico mexicano que, sumadas a las 570 especies estimadas para la región mexicana del Golfo de México, dan un total cercano a 1 700 especies (excluyendo el Caribe), cantidad que aún es subestimada si consideramos que hay regiones y ambientes de nuestro país que no han sido muestreados exhaustivamente, como es el caso del litoral veracruzano. Estos valores de riqueza de especies para México son aceptables si consideramos que para Australia se reportan 788 especies (Beesley *et al.*, 2000), 1 000 especies para la región iberoibérica (Viéitez *et al.*, 2004) o 332 especies para Costa Rica (Dean, 2004).

En las costas mexicanas del Golfo de México, Campeche y Veracruz son los estados donde se han registrado más especies de poliquetos con 321 y 306, lo cual representa el 61 y 55 %, respectivamente, de lo registrado para esta región.

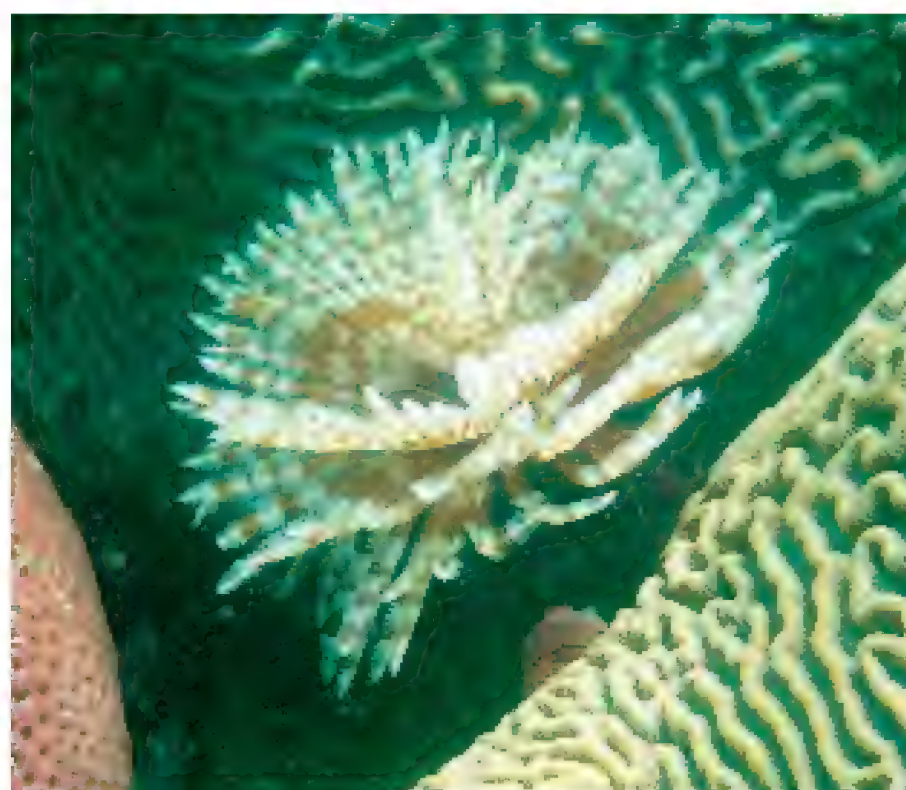
DIVERSIDAD EN VERACRUZ

El conocimiento de la fauna poliquetológica en el estado de Veracruz inicia aisladamente con un reporte para México en Kinberg (1857) del anfidromo *Hermodice carunculata* que, aunque no tiene una ubicación precisa, puede referirse a Veracruz que en esa época era el único puerto relevante del oriente de México (Salazar-Vallejo, com. pers.) (figura 1). Más de veinte años después

Benedict (1886) reporta al serpulido *Spirobranchus incrassatus* (Kröyer) (figura 2), recolectado por el señor Aguilera y depositado en la colección del Museo Nacional de Estados Unidos por un miembro de la Comisión Geográfica Mexicana, quien indica a “Vera Cruz” como la localidad de procedencia. Estos reportes son pertinentes en este trabajo ya que son previos a los que se han indicado para el Golfo de México (atribuido a *Amphinome rostrata* para Veracruz en Augener, 1922), y para México (atribuido a *S. incrassatus* para Acapulco en Ehlers 1887, o a Dugés, 1884 autor que sólo brinda una clasificación del “Orden de Anélidos”).

Estudios constantes en Veracruz se presentan hasta los años cuarenta (1945-1960) con los trabajos del español Rioja quien recolectó, identificó y describió seis nuevas especies y registró cerca de 100 especies para el litoral veracruzano, principalmente en las zonas arrecifales del Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV) y en Tecolutla. Los estudios cesaron al morir Rioja en 1963, pero reinician en los años ochenta y se intensifican en los años noventa, incluyendo más regiones (sistemas arrecifales de Tuxpan y Veracruz, Tamiahua, Tecolutla, Nautla, Cazon y Coatzacoalcos). En esta última fase participaron investigadores mexicanos de diversas instituciones (cuadro 1).

Actualmente, se conocen 52 trabajos en los que se registran especies de poliquetos en el estado de Veracruz en más de 70 sitios de ambientes estuarinos, lagunares, playas, litoral rocoso, arrecifes coralinos y en plataforma continental, incluyendo representantes de la criptofauna de corales muertos y de esponjas (cuadro 1). Es el SAV la zona con el número más alto de especies (más de 100), y es Enrique Rioja, el investigador que ha estudiado el estado con más intensidad con ocho trabajos, los cuales se suman a diversas investigaciones publicadas hasta la fecha con recolecta o registros correspondientes a Veracruz.



FIGURAS 1-3. Algunas especies de la clase Polychaeta presentes sobre corales del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano: 1) *Hermodice carunculata* conocido como “gusano de fuego” (arriba-izq.); 2) *Spirobranchus giganteus* conocidos como “árboles de navidad”(arriba-der.); 3) *Sabellastarte magnifica* comunmente llamados “plumeros” (abajo) (Fotos: Miguel A. Román Vives).

En el estado se conocen registros que corresponden a 44 familias y 306 especies (ver apéndice VIII.16), lo que representa cerca de un 18 % de las especies de poliquetos registrado para México, así como un 91 % del total de las familias y un 55 % de las especies registradas para las aguas mexicanas del Golfo

de México, cifras subestimadas si consideramos que aún hay vacíos de información en ambientes costeros veracruzanos como pastos marinos y zonas de manglar, donde los trabajos son escasos, o requieren más intensidad de muestreo como las zonas arrecifales. Al menos para el SAV, las investigacio-

nes que actualmente se están llevando a cabo en el interior de las lagunas de los arrecifes Sacrificios y Hornos (en pastos marinos, roca de coral muerto y sedimento) indican que el número de especies de poliquetos registrados para el estado puede incrementarse en un 10 %, pero puede ser mayor ya que aún faltan por muestrear exhaustivamnte, al menos, diez arrecifes de esta zona, más los correspondientes al sistema arrecifal de Tuxpan.

DISTRIBUCIÓN

Los poliquetos son un grupo muy antiguo, ampliamente distribuido en los ambientes bentónicos del mundo, desde zonas lagunares e intermareales y de playa, hasta mar profundo, incluyendo medios “extremos” como respiraderos hidrotermales, afloramientos de hidrocarburos o huesos de ballena que caen en fondos profundos.

CUADRO 1. Estudios, localidades y ambientes donde se han registrado y/o recolectado anélidos poliquetos en el estado de Veracruz.

LOCALIDAD DE REFERENCIA	EE	LC	M	P	PM	ZA	PC
Anegadas de Adentro y de Afuera. Arrecifes de Isla Lobos (20)						X	
Arrecifes de Isla Lobos (10, 11, 24, 46)						X	
Galleguilla e Isla Verde (47, 48)						X	
Laguna de la Mancha (31)		X			X		
Laguna de Tamiahua (29)		X					
Laguna de Tampamachoco (27)		X					
Norte de Veracruz, Nautla, Tamiahua (16, 17, 18, 44, 45)							X
Playa Galindo, Tuxpan (30)	X			X			
Playa Norte, SAV - islas Sacrificios, Enmedio y Verde, Santiaguillo, Antón Lizardo (36, 38)				X		X	
Playa Villa del Mar (12, 19)				X			
Playas del estado de Veracruz (25, 26)				X			
Registros en el estado Veracruz (22, 40, 41, 42, 49, 50, 51)	X	X	X	X		X	X
Río Cazones, San Juan de Ulúa e Isla Enmedio (5)	X					X	
Río Tonalá (2)	X						
San Juan de Ulúa (4)						X	
SAV - Isla de Enmedio (3, 6, 9, 39, 43)						X	
SAV - Isla Sacrificios (35)						X	
SAV - Isla Verde (23)					X	X	
SAV – Hornos, Pájaros, Blanca (52)						X	
Tamiahua, Arrecife Lobos, Tuxpan, Nautla, San Juan de Ulúa, Enmedio, Río Tonalá, Punta San Juan, Coatzacoalcos, Zapotitlán, Punta Zempoala (8)	X	X				X	X
Tamiahua, Tecolutla, Nautla, Casitas, SAV, Tres Encinos, San Rafael, Boca del Río, Río Jamapa (15)	X	X		X		X	X
Tamiahua, Tuxpan, Río Cazones, Playa Norte (14)	X	X		X			X
Tecolutla (13, 21, 28, 32, 34)	X	X					
Tecolutla, Playa Norte, Villa del Mar, Mocambo, islas Sacrificios y Verde, Santiaguillo (33, 37)	X			X		X	
Tuxpan, Cazones, Papaloapan y Coatzacoalcos (1)							X

EE= Estuarios y Esteros; LC= Lagunas Costeras; M= Manglares; P= Playas; PM= Pastos Marinos; ZA= Zonas Arrecifales; PC= Plataforma Continental. (Número en literatura).

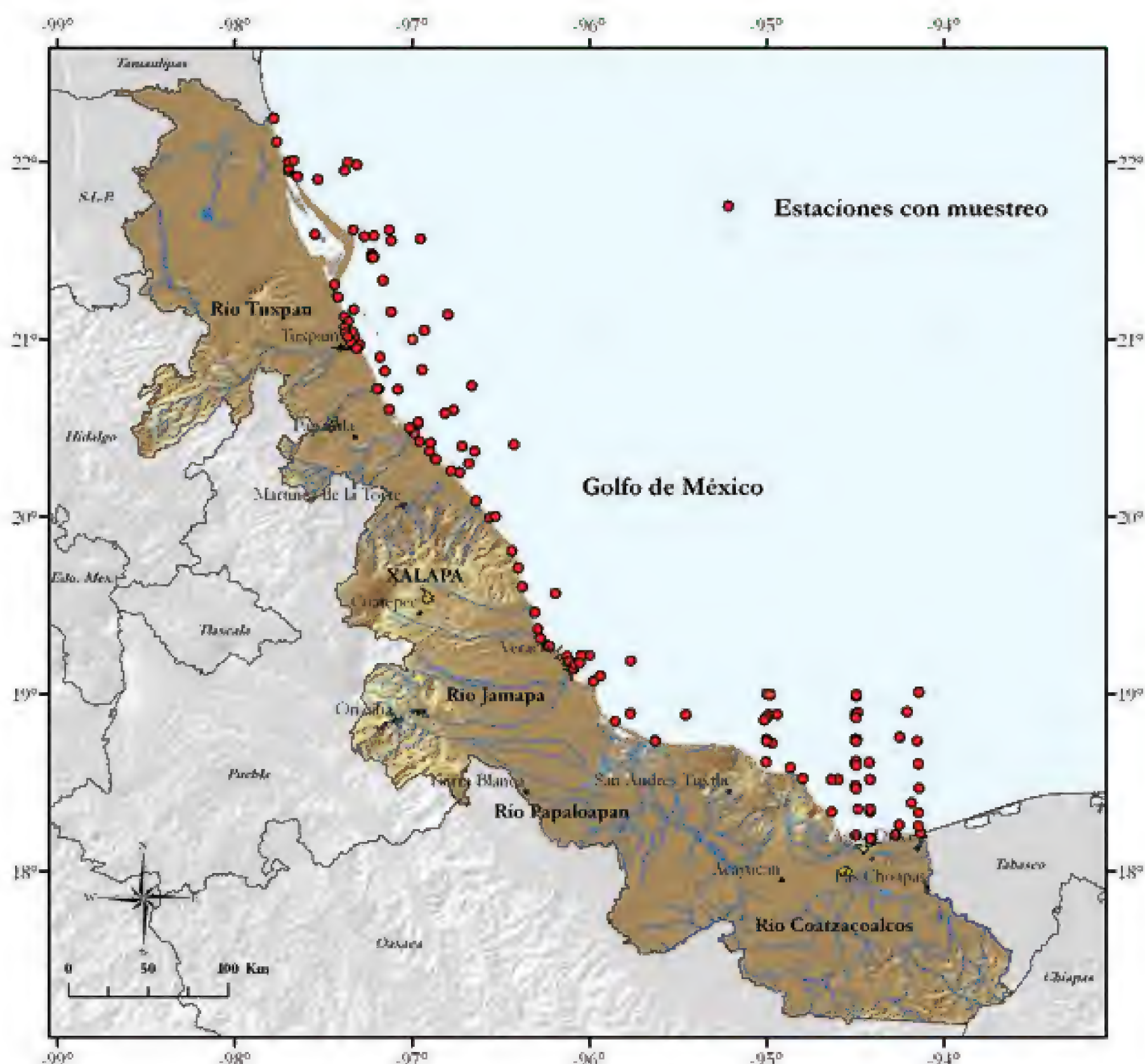


FIGURA 4. Estaciones con muestreo (puntos rojos en el mapa) de anélidos poliquetos en la zona costera del estado de Veracruz.

Muchas especies de poliquetos se consideraban de distribución global (cosmopolita); sin embargo, el avance en el conocimiento taxonómico y el uso de nuevas tecnologías (microscopía y herramientas moleculares) han permitido documentar que individuos de una misma especie “cosmopolita” corresponden a

distintas especies muy cercanas con distribución restringida (*e.g.* *Capitella capitata*).

En Veracruz, el grupo está distribuido ampliamente desde el norte hasta el sur del estado, y desde ambientes estuarino-lagunares e intermareales hasta el borde de la plataforma continental, faltando de muestrear una porción de zona costera frente a la

región de Los Tuxtlas. No obstante, la gran cobertura de muestreo en el estado, la intensidad se aprecia diferente (figura 4), mucho esfuerzo sobre la franja litoral y en menor proporción sobre la plataforma continental. Esta última ha sido relativamente cubierta en el norte del estado hacia el río Tamiahua y el río Tuxpan, y en el sur del estado hacia las inmediaciones del río Coatzacoalcos.

IMPORTANCIA

Los anélidos poliquetos son el componente macrofaunístico dominante en términos de frecuencia, abundancia y riqueza de especies; con integrantes en todos los niveles tróficos, representan un papel importante en la red trófica ya que pueden ser herbívoros y carnívoros, o alimentarse del material orgánico en agua y sedimento. Además, son alimento de especies de importancia comercial; se ha documentado que un 38 y 86 % de los organismos encontrados en el contenido estomacal de algunos peces era de poliquetos. Por sus hábitos rastreros, enterradores y tubícolas, los poliquetos propician evidentes efectos sobre el entorno que ocupan (bioturbación), facilitando el transporte y mezcla de partículas, gases disueltos y nutrimentos a través del sedimento. Los tubos generalmente proveen protección contra otros depredadores; sin embargo, cuando se agregan y conglomeran pueden tener impactos negativos en conductos y tuberías de descarga e, incluso, pueden afectar los patrones locales de circulación del agua afectando el ambiente bentónico.

En el ámbito comercial son importantes para la dieta en el cultivo de camarón; algunas especies (*Glycera dibranchiata* y *Nereis virens*) se explotan como carnada para pesca deportiva, e incluso algunas especies se comercializan como alimento para peces. También, hay ciertos poliquetos que concentran elementos, compuestos o sustancias que utilizan como defensa, que tienen utilidad bactericida o insecticida.

Los poliquetos se consideran indicadores biológicos de perturbaciones en el ambiente, debido a que reaccionan de manera diferente dependiendo del tipo de estrés, registrándose cambios en composición y riqueza de especies. Algunas especies oportunistas (*Capitella*), alcanzan altas densidades en sitios con aguas de drenaje habitando en condiciones de enriquecimiento orgánico no toleradas por otra fauna. También hay especies que son abundantes en zonas petroleras y en medios con metales solubles en el agua, sin que sean letales para ellas.

Estos gusanos anillados pueden ser usados como organismos de bioensayos (abundantes, ciclo de vida corto, amplia gama de tallas y hábitos, resistentes y de fácil transporte), como monitores para materiales tóxicos (a la fecha, 48 especies de 20 familias han sido utilizadas, destacando Capitellidae y Nereidae) o contaminación en varios niveles, desde especies con representantes de Capitellidae, y Cirratulidae, hasta comunidades donde son un elemento clave en la determinación de la estructura comunitaria y de gradientes ambientales por su sensibilidad a cambios a lo largo del tiempo, aun en un área geográfica amplia (apéndice VIII.16).

El éxito ecológico de los anélidos poliquetos puede explicarse por la gran variedad de formas, patrones de vida y hábitos de alimentación que presentan, siendo el arreglo particular en segmentos (metamerismo) una ventaja que ha permitido que este grupo de organismos se adapte a diversos hábitats y formas de vida, constituyéndose como un elemento clave al estudiar el bentos marino. A pesar de su gran importancia, de ser un grupo muy utilizado para monitorear la calidad del ambiente marino, los poliquetos aún son un grupo complejo del cual se desconoce mucho y cuyo aprendizaje es lento.

En efecto, a cerca de 120 años de haberse registrado el primer poliqueto en México, los problemas que tradicionalmente se observan para estudiar a este grupo en Veracruz (y en gran parte de México) se relacionan con el proceso de identificación y designación de nombres de las especies (taxonomía)

debido a la falta de manuales o guías taxonómicas regionales y que, además, éstas lleguen a los centros de enseñanza. Es urgente estimular la enseñanza de la taxonomía; es necesario que el docente de biología enseñe el quehacer taxonómico como una tarea indispensable para este megadiverso país en el cual el deterioro ambiental costero es alarmante.

AGRADECIMIENTOS. Agradezco a Dalya Vera H., Ana Lilia Gutiérrez V., Leonardo Ortiz L., Margarita Hermoso S., Ricardo Rojas L. y Luis E. Castillo S. por la ayuda en la elaboración de este trabajo. Especialmente, a la doctora Vivianne Solís W., responsable del Laboratorio de Ecología y Biodiversidad de Invertebrados Bentónicos, así como de la Colección Poliquetológica del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM por todo el apoyo y facilidades brindadas.

LITERATURA CITADA

- AMIEVA Obregón, M.P., 1996, *Los poliquetos (Annelida: Polychaeta) de los órdenes Orbiniida, Spionida y Cossurida, asociados a los abanicos costeros de los principales ríos del Golfo de México: taxonomía, distribución, abundancia y algunos aspectos biogeográficos*, tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 124 pp. (1)
- AUGENER, H., 1922, *Über litorale polychaeten von Westindien*. Sitzber. Ges. Naturf. Freunde Berlin: pp. 38-63. (49)
- BARRADAS Ortiz, A.C., 1988, *La poliquetofauna béntica del Río Tonalá en el Estado de Veracruz*, tesis profesional, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 115 pp. (2)
- BASTIDA Zavala, J.R., 1999, *Serpúlidos (Polychaeta) del litoral oriental mexicano y análisis filogenético de la familia*, tesis maestría, ECOSUR, Chetumal, Quintana Roo, 111 pp. (5)
- BASTIDA Zavala, J.R. y S.I. Salazar Vallejo, 2000a, Serpúlidos (Polychaeta: Serpulidae) del Caribe noroccidental con claves para la región del Gran Caribe: *Salmacina, Ficopomatus, Pomatoceros, Pomatostegus, Protula, Pseudovermilia, Spirobranchus y Vermiliopsis*, *Revista de Biología Tropical* 48(4): 807-840. (3)
- , 2000b, Serpúlidos (Polychaeta: Serpulidae) del Caribe noroccidental: *Hydroides y Serpula*, *Revista de Biología Tropical* 48(4): 841-858. (4)
- BEESLEY, P.L., G.J. Ross y C.J. Glasby (eds.), 2000, *Polychaetes & Allies: The Southern Synthesis. Fauna of Australia. Vol 4A Polychaeta, Myzostomida, Pogonophora, Echiura, Sipuncula*, CSIRO Publishing, Melbourne, pp. 51-53.
- BENEDICT, J.E., 1886, Description of ten species and one new genus of annelids from the dredging of the U.S. Fish Commission Steamer Albatross, *Proceedings of United States National Museum* 19: 547-565. (50)
- CARRERA Parra, J.L., 1993, *Estructura de la comunidad críptica asociada a las esponjas del Arrecife de la Isla de Enmedio, Veracruz, México*, tesis profesional, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 53 pp. (6)
- CARRERA Parra, J.L. y J.M. Vargas Hernández, 1996-1997, Comunidad críptica de esponjas del arrecife de Isla de Enmedio, Veracruz, México, *Revista de Biología Tropical* 44(3)/45(1): 311-321. (9)
- CARRERA Parra, L.F., 2000, *Lumbrinéridos (Polychaeta) del Gran Caribe: Nuevas especies, faunística y relaciones filogenéticas intergenéricas*, tesis de maestría, ECOSUR, Chetumal, Quintana Roo, 121 pp. (7)
- , 2001, Lumbrinereidae (Annelida: Polychaeta) from the Grand Caribbean region with the description of six new species, *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 81: 599-621. (8)
- CHÁVEZ, E.A., E. Hidalgo y M.L. Sevilla, 1970, Datos acerca de las comunidades bentónicas del Arrecife Lobos, Veracruz, *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 31: 211-281. (10)

- CHÁVEZ, E.A., 1973, Observaciones generales sobre las comunidades del Arrecife Lobos, Veracruz?, *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* 20: 13-21. (11)
- DE LEÓN González J.A., 1997, *Neréidos (Polychaeta: Nereidae) de los litorales mexicanos: Sistemática, biogeografía y alimentación*, tesis doctoral, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, 298 pp. (15)
- DE LEÓN González, J.A. y V. Solís Weiss, 1997, A new species of *Stenoninereis* (Polychaeta: Nereidae) from the Gulf of Mexico, *Proceedings of the Biological Society of Washington* 110(2): 198-202. (13)
- , 1998, The genus *Perinereis* (Polychaeta: Nereidae) from Mexican littoral waters, including the description of three new species and the redescription of *P. anderssoni* and *P. elenacasoae*, *Proceedings of the Biological Society of Washington* 111(3): 674-693. (14)
- DE LEÓN González, J.A., V. Solís Weiss y V. Valadez Rocha, 2001, Two new species of *Platynereis* (Polychaeta: Nereidae) from Eastern Mexican shores. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 114(2): 389-395. (12)
- DE LEÓN González, J.A. y V. Díaz Castañeda, 2006, Eunicidae (Annelida: Polychaeta) associated with *Phragmathopoma caudata* Morch, 1863 and some coral reefs from Veracruz, Gulf of Mexico, *Scientia Marina* 70(S3): 91-99. (51)
- DEAN, H.K., 2004, Marine biodiversity of Costa Rica: Class Polychaeta (Annelida), *Revista de Biología Tropical* 52(2): 131-181.
- DELGADO Blas, V.H., 2000, Poliquetos errantes de la plataforma continental de Tamaulipas, México, *Revista Peruana de Biología* 7(1): 16-26. (16)
- , 2001, Distribución espacial y temporal de poliquetos (Polychaeta) bénticos de la plataforma continental de Tamaulipas, Golfo de México, *Revista de Biología Tropical* 49(1): 141-147. (17)
- , 2004, Two new species of *Paraprionospio* (Polychaeta: Spionidae) from the Grand Caribbean region and comments of the genus status, *Hydrobiologia* 520: 189-198. (18)
- DEXTER, M.D., 1976, The Sandy-Beach fauna of Mexico, *The Southwestern Naturalist* 20(4): 479-485. (19)
- DUGÉS, A., 1884, *Elementos de Zoología*, 2ª ed. Secretaría de Fomento, México, 479 pp.
- EHLERS, E., 1887, Report on the Annelids, *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College* 15: 1-328.
- FAUCHALD, K., 1977, The polychaete worms. Definitions and keys to the orders, families and genera, Natural History Museum of Los Angeles, Scientific Series 28:1-190.
- FAUCHALD, K. y P. Jumars, 1979, The diet of worms: A study of polychaete feeding guilds, *Oceanography and Marine Biology Annual Review* 17: 193-284.
- FAUCHALD, K. y G. Rouse, 1997, Polychaetes Systematics: Past and present, *Zoologica Scripta* 26(2): 71-138.
- GIANGRANDE, A., 1997, Polychaete reproductive patterns, life cycles and life histories: An overview, *Oceanography and Marine Biology* 35: 323-386.
- GRANADOS Barba, A., V. Solís Weiss, M.A. Tovar Hernández y V. Ochoa Rivera, 2003, Distribution and diversity of the Syllidae (Annelida: Polychaeta) from the Mexican Gulf of Mexico and Caribbean, *Hydrobiologia* 496: 337-345. (20)
- HARTMAN, O., 1951, The littoral marine Annelids of the Gulf of Mexico, *Publications of the Texas University Institute of Marine Science* 2(1): 7-124. (21)
- HERNÁNDEZ Alcántara, P., 2002, *Composición y estructura de las comunidades de anélidos poliquetos bénticos de la Plataforma Continental del Golfo de California*, tesis doctoral, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 196 pp.
- HERNÁNDEZ Alcántara, P., A. Granados Barba, N. Domínguez Castanedo, R. Rojas López y V. Solís Weiss, 2003, *Composición y estructura de la macrofauna béntica sublitoral del noroeste del Golfo de México*, Resúmenes ampliados X Colacmar, San José, Costa Rica, 5 pp. (22)

- HORTA Puga, G., 1982, *Descripción de algunas especies de poliquetos bentónicos de Isla Verde, Veracruz*, tesis profesional, ENEP Iztacala, UNAM, 142 pp. (23)
- HUTCHINGS, P., 1998, Biodiversity and functioning of polychaetes in benthic sediments, *Biodiversity and Conservation* 7: 1133-1145.
- KENNETH, A.R., 1981, *Polychaetes of Lobos Reef, Veracruz, Mexico*, tesis de maestría en Ciencias, Corpus Christi State University, Texas, 40 pp. (24)
- LONDOÑO Mesa, M.H., 2006, Revision of *Paraeupolymnia*, and redescription of *Nicolea uspiana* comb. nov. (Terebellidae: Polychaeta), *Zootaxa* 1117: 21-35. (52)
- MÉNDEZ Ubach, M.N., 1983, *Contribución al conocimiento de las relaciones entre Fauna y Sedimento en 29 playas arenosas del Golfo de México*, tesis profesional, Facultad de Ciencias UNAM, 103 pp. (26)
- MÉNDEZ Ubach, M.N., V. Solís Weiss y A. Carranza Edwards, 1986, La importancia de la granulometría en la distribución de organismos bentónicos. Estudio de playas en el estado de Veracruz, *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, UNAM, 13(3):45-56. (25)
- MÉNDEZ Ubach, M.N., 1993, Anélidos poliquetos y sedimentos de la Laguna de Tampamachoco, Veracruz, México, *Cuadernos Mexicanos de Zoología* 1(1): 23-30. (27)
- MORENO Rivera, L.G., 1986, *Descripción de algunas especies de poliquetos del sistema estuarino de Tecolutla, Veracruz y su relación con el sustrato*, tesis profesional, ENEP-Iztacala, UNAM, México, 75 pp. (28)
- NAVA Montes, A.D., 1989, *Los Anélidos poliquetos de la Laguna de Tamiahua, Veracruz*, tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, 82 pp. (29)
- ORTEGA Jasso, E.P., 1991, *Análisis estructural de la comunidad macroinfaunal de Playa Galindo, Tuxpan, Veracruz, México*, tesis profesional, Universidad Veracruzana, Facultad de Biología, Xalapa, Veracruz, 108 pp. (30)
- POCKLINGTON, P. y P.G. Wells, 1992, Polychaetes: key taxa for marine environmental quality monitoring, *Marine Pollution Bulletin* 24(12): 593-598.
- REISH, D.J. y T.V. Gerlinger, 1997, A review of the toxicological studies with polychaetous annelids, *Bulletin of Marine Science* 60(2): 584-607.
- REYES Barragán, M.P. y S.I. Salazar Vallejo, 1991(1990), Bentos asociado al pastizal de *Halodule wrightii beaudettei* en la Laguna de la Mancha, Veracruz, México, *Revista de Biología Tropical* 38(2A): 167-173. (31)
- RIOJA, E., 1945, Estudios Anelidológicos XII. Un nuevo género de serpúlido de agua salobre de México, *Anales del Instituto de Biología UNAM* 7(2): 411-417. (32)
- , 1946, Estudios Anelidológicos XIV. Observaciones sobre algunos poliquetos de las costas del Golfo de México, *Anales del Instituto de Biología UNAM* 7(1-2): 193-203. (33)
- , 1946, Estudios Anelidológicos XV. Neréidos de agua salobre de los esteros del litoral del Golfo de México, *Anales del Instituto de Biología UNAM* 17(1-2): 205-214. (34)
- , 1952, Estudios Anelidológicos XX. Observaciones acerca del *Dasychone bairdi* M=Intosh (Poliqueto Sabélido), *Anales del Instituto de Biología UNAM* 22(2): 513-535. (35)
- , 1958, Estudios Anelidológicos XXI. Observaciones acerca de algunas especies de serpúlidos de los géneros *Hydroides*, *Eupomatus* de las costas mexicanas del Golfo de México, *Anales del Instituto de Biología UNAM* 28(1-2): 247-266. (36)
- , 1959, Estudios Anelidológicos XXII. Datos para el conocimiento de la fauna de anélidos poliquetos de las costas orientales de México, *Anales del Instituto de Biología UNAM* 29 (1-2): 219-301. (37)
- , 1961, Estudios Anelidológicos XXIV. Adiciones a la fauna de anélidos poliquetos de las costas orientales de México, *Anales del Instituto de Biología UNAM* 31: 289-316. (38)
- , 1962, Estudios Anelidológicos XXV: Un nuevo género de la familia Pareulepidae, del Golfo de México, *Anales del Instituto de Biología UNAM* 33: 131-229. (39)
- ROUSE, G.W. y K. Fauchald, 1997, Cladistic and polychaetes, *Zoologica Scripta* 26(2): 139-204.

- RUPPERT, E.E. y R.D. Barnes, 1966, *Zoología de los Invertebrados*, 6ª edición, Mac Graw Hill Interamericana, México, 1144 pp.
- SALAZAR Vallejo, S.I., 1981, La colección de poliquetos (Annelida: Polychaeta) de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, México, tesis profesional, Facultad de Ciencias Biológicas, UANL, 156 pp. (42)
- SALAZAR Vallejo, S.I., J.A. de León González y H. Salai-ces Polanco, 1989, *Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México*, Universidad Autónoma de Baja California Sur, Libros Universitarios La Paz, 211 pp. (40)
- SALAZAR Vallejo, S.I. y M.P. Reyes Barragán, 1990, *Parandalia vivianneae* n. sp. and *P. tricuspis* (Muller): two estuarine polychaetes from Veracruz, Mexico, *Revista de Biología Tropical* 38: 87-90. (41)
- SÁNCHEZ Wall, I.M., 1992, *Comunidad de poliquetos asociada a substrato duro en el arrecife de Isla de Enmedio, municipio de Antón Lizardo, Ver., México*, tesis profesional, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 95 pp. (43)
- SOLÍS Weiss, V. y P. Hernández Alcántara, 1994, Polychaete research in Mexico, *Polychaete Research* 16: 10-13.
- SOLÍS Weiss, V., V. Rodríguez Villanueva, A. Granados Barba, V. Ochoa Rivera, L. Miranda Vázquez y P. Hernández Alcántara, 1994, Annelid polychaete populations of the order Eunicida from the Southern Gulf of Mexico, *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle* 162: 559-566. (44)
- SOLÍS Weiss, V.A. Granados Barba, V. Rodríguez Villanueva, L. Miranda Vázquez, V. Ochoa Rivera y P. Hernández Alcántara, 1995, The Lumbrineridae of the continental shelf in the Mexican portion of the Gulf of Mexico, *Mitteilungen des Hamburgischen Zoologischen Museum Institut* 92: 61-75. (45)
- TOVAR Hernández, M.A., 2000, *Criptofauna Poliquetológica del Orden Phyllodocida (Pettibone, 1982) asociada a sustrato de coral muerto del Arrecife de Lobos, Veracruz*, tesis profesional, ENEP Iztacala, UNAM, México, 135 pp. (46)
- TOVAR Hernández, M.A. y P. Knight Jones, 2006, Species of *Branchiomma* (Polychaeta: Sabellidae) from the Caribbean Sea and Pacific coast of Panama, *Zootaxa* 1189:1-37. (47)
- TOVAR Hernández, M.A. y S.I. Salazar Vallejo, 2006, Sabellids (Polychaeta: Sabellidae) from the Grand Caribbean, *Zoological Studies* 45(1): 24-66. (48)
- VIÉITEZ, J.M., C. Alós, J. Parapar, C. Besteiro, J. Moreira, J. Núñez, J. Laborda, G. Wilson, R.S., S. Heislers y Poor G.C., 1996, Change in Port Phillip Bay benthic communities 1969-1995. Port Phillip Bay Environmental Study Technical Report, CSIRO 29: 1-34.

Lombrices de tierra (Annelida: Oligochaeta)



Carlos E. Fragoso González

INTRODUCCIÓN

Los oligoquetos terrestres, comúnmente llamados lombrices de tierra son anélidos que habitan principalmente en el suelo. Debido al tipo de respiración cutánea que presentan y a la falta de una pared quitinosa que evite la evaporación del agua, las lombrices de tierra están fuertemente limitadas por la humedad del suelo. Al ser anélidos tienen un cuerpo segmentado en metámeros muy parecidos entre sí, salvo la región anterior en donde se presentan las estructuras reproductoras y algunas otras modificaciones asociadas con los aparatos digestivo (mollejas, buches, glándulas especiales esofágicas, etc.), circulatorio (corazones y vasos especializados) y nervioso (ganglio nervioso central). Todas las lombrices de tierra son hermafroditas y aunque predomina la reproducción sexual cruzada, en algunas especies se presenta una reproducción partenogenética. Las estructuras asociadas con la reproducción han sido tradicionalmente utilizadas en la clasificación tanto a nivel de familias (ubicación de los

poros prostáticos y masculinos; tipo de próstatas), géneros (número de testículos) y especies (tipo de espermateca, número y ubicación de vesículas seminales). Información adicional y más detallada puede encontrarse en Edwards y Bohlen (1996), Jamieson (2001), Blakemore (2005) y Dyne y Jamieson (2004).

De acuerdo a su origen, las lombrices de tierra (al igual que muchos otros organismos) se pueden dividir en exóticas y nativas. En el primer grupo se incluyen especies que se originaron en otra región y cuya presencia en alguna zona de México se debe a una introducción (intencional o de modo accidental) por el hombre. Se asume que las especies nativas se originaron en alguna región de nuestro país y cuya distribución en el país puede haber ocurrido de modo natural. Estas últimas incluyen a las lombrices endémicas, que son aquellas cuya distribución actual se restringe al ambiente-región en donde se originaron evolutivamente.

Actualmente se estima que existen cerca de 4 mil especies descritas (Fragoso, 2001) aunque otras esti-

maciones menos conservadoras sugieren un número cercano a las 12 000, basado principalmente en la gran cantidad de endemismos de las selvas tropicales (Lapied y Lavelle, 2003).

Las clasificaciones ecológico-funcionales, que toman en cuenta la conducta, la morfología, la distribución vertical y la alimentación se han publicado en diferentes trabajos (véase, por ejemplo: Bouché 1972; Lavelle y Spain, 2001). De modo sucinto las lombrices pueden ser epigeas (con pigmento, movimientos espasmódicos y rápidos, y habitantes de la hojarasca), endogeas (sin pigmento, de movimientos lentos y habitantes del suelo; incluye a las poli y meshúmicas según se alimenten, respectivamente, de suelo muy rico o medianamente rico en materia orgánica) y anécicas (con pigmento, habitantes del suelo en galerías verticales permanentes y que se alimentan a menudo de la hojarasca). Para una explicación más detallada de estos grupos se sugiere consultar los trabajos de Lavelle *et al.* (1998), Lavelle y Spain (2001) y Fragoso (2001). La clasificación por familias utilizada en este trabajo sigue siendo muy parecida a la presentada por Fragoso (2001), con excepción de las lombrices ubicadas en las tribus Acanthodrilini y Dichogastrini de la familia Megascolecidae que fueron reubicadas en la familia Acanthodrilidae, subfamilias Acanthodrilinae, Benhamiinae y Octochaetinae por Fragoso (2007), con base en recientes trabajos sobre biología molecular.

LAS LOMBRICES DE TIERRA EN MÉXICO

Fragoso (2001) sintetizó todo el conocimiento taxonómico y ecológico sobre las lombrices de tierra de México, incluyendo tanto las especies nativas como exóticas. En ese trabajo se hace una síntesis histórica de los estudios sobre lombrices terrestres de México, incluyendo una lista completa de familias y especies separadas de acuerdo a su origen (nativas o exóticas). Para cada especie se presentó además su distribución

por estados y por tipo de vegetación. Recientemente Fragoso (2007) actualizó este listado, señalando que para México se tienen registradas 135 lombrices de tierra, 51 especies exóticas y 84 nativas (48 descritas formalmente). La mayoría de las 36 lombrices nativas identificadas a morfoespecie corresponden a especies nuevas en proceso de descripción. En ambos estudios se comparó la riqueza de especies por estado, mostrando claramente que Veracruz presentó la mayor cantidad de especies. En la distribución por tipos de vegetación naturales, las selvas y bosques presentaron la mayor cantidad de especies totales, aunque los bosques mesófilo y de pino-encino presentaron una representatividad importante de especies exóticas.

HISTORIA DE LOS REGISTROS EN VERACRUZ

Los primeros registros de lombrices del estado de Veracruz fueron para las especies *Microscolex phosphoreus* encontrada en Orizaba (Eisen, 1900), *Dichogaster bolau* en Huatusco y *Metaphire californica* aparentemente localizada en el Puerto de Veracruz (Michaelson, 1900). Pasaron más de 70 años sin un solo registro publicado del estado, hasta que Gates (1977) registró a *Amyntas corticis* en Manzanilla, y *Dendrodrilus rubidus* en Las Vigas. Durante la década de los 80 Lavelle *et al.* (1981), en un trabajo ecológico sobre la macrofauna del suelo de varios pastizales de baja y mediana altitud en el centro del estado, señalaron la presencia de *Pontoscolex corethrurus*, *Diplocardia koebeli* (actualmente *Protozapotecia australis*), *Dichogaster* sp. y *Ramiellona* sp. (= sp.nov. 24); al final de la década Aranda (1988) registró a *Eisenia fetida* en experimentos sobre compostaje de pulpa de café. Es decir que a comienzo de los años 90, el estado de Veracruz contaba con sólo nueve especies registradas. A partir de esta fecha los estudios en el estado se incrementaron de manera importante. James (1990) al revisar parte del material colectado en los años 60 por R. Murchiei en diversas localidades de México, describe las

dos primeras especies del estado, *Diploptrema murchiei* y *Diploptrema papillata*, provenientes de las llanuras costeras del centro (Veracruz y Tierra Blanca). Sólo unos años después, James (1993) describe dos nuevos géneros para México, uno de ellos (*Protozapotecia*) para el estado de Veracruz. El otro nuevo género descrito (*Larsonidrilus*) fue encontrado también en las llanuras costeras del centro del estado con dos especies *Larsonidrilus orbiculatus* y *Larsonidrilus microscolecinus*. Un año después Fragoso y Rojas (1994) describen al género *Kaxdrilus* con tres especies, dos de ellas de las selvas altas de Los Tuxtlas: *Kaxdrilus silvicola* y *Kaxdrilus parvus*. Un año antes, Fragoso *et al.* (1993) citan la presencia de una especie nueva del género *Zapatadrilus* proveniente de Pánuco, Veracruz. Durante estos primeros años de la década, las tesis de licenciatura de Arteaga (1992) y la de doctorado de Fragoso (1993), contribuyen de manera importante al conocimiento de las lombrices del estado al registrar la presencia de cerca de 31 especies más para Veracruz. Posteriormente, en un trabajo sobre las hormigas y lombrices de tierra del estado de Veracruz, Rojas y Fragoso (1994) indicaron que la fauna nativa de estos grupos estaba desapareciendo debido a la perturbación intensa del hábitat, citando por primera ocasión la presencia de 44 especies en el estado de Veracruz, representando el 56 % de las especies totales de México registradas en aquella época. Fragoso *et al.* (1995) en un trabajo sintético sobre todas las lombrices de tierra de la parte norte de la región Neotropical presentan el primer listado de las lombrices de México, aunque sin proporcionar las localidades. El estudio incluye mapas de distribución para los géneros de la región, a partir de lo cual se concluye la presencia, en el estado de Veracruz, de los géneros *Balanteodrilus*, *Lavello-drilus*, *Phoenico-drilus* y *Zapotecia*.

Otros dos estudios añaden especies al catálogo de lombrices de Veracruz; Fragoso y Rojas (1997) señalan la presencia de *Balanteodrilus pearsei* y otras dos especies no descritas del mismo género en cua-

tro localidades (selvas medianas y pastizales) de la planicie costera del centro y norte de Veracruz; mientras que Fragoso (1997) proporciona el listado de especies de la región de Los Tuxtlas, incluyendo su distribución regional. En este estudio se añaden a la lista de especies nativas de Veracruz, *Lavello-drilus parvus*, *Ramiellona mexicana* y cuatro especies no descritas de *Ramiellona*, además de las especies exóticas *Dichogaster* sp., *Dichogaster saliens*, *Drawida barwelli* (señalada como *bahamensis*), *Amyntas gracilis*, *Metaphire houlleti*, *Ocnerodrilus occidentalis*, *Polypheretima elongata* y *Sparaganophilus eiseni*. Al final de la década, Veracruz contaba con 33 especies registradas, 15 exóticas y 18 nativas.

Al comenzar el nuevo milenio, Fragoso (2001) publica el compendio de las lombrices de tierra de México, señalando un total de 64 especies para el estado de Veracruz (35 nativas y 29 exóticas). Finalmente Fragoso y Rojas (2007) describen a *Balanteodrilus psammophilus* y *Balanteodrilus extremus*, dos de las especies estudiadas diez años antes por Fragoso y Rojas (1997), mientras que Fragoso (2007) actualiza el listado de lombrices de México, señalando 68 spp. para el estado de Veracruz (36 nativas y 32 exóticas).

DIVERSIDAD EN VERACRUZ

En la colección de lombrices del Instituto de Ecología (IEOL), se tiene material colectado en el estado de Veracruz desde 1976. Desde entonces, el muestreo en este estado ha continuado de manera prácticamente ininterrumpida. Todas las lombrices terrestres de esta colección fueron fijadas en formol al 4 % (dilución 1:10 de la solución comercial) y se encuentran preservadas en alcohol al 70 %. Con excepción de *Metaphire californica*, el resto de las especies cuentan con al menos un ejemplar en la colección IEOL, a cargo del autor. En total se tienen colectadas y/o registradas lombrices de tierra provenientes de 142 localidades del estado de Veracruz.

El listado de especies que aquí se presenta (apéndice VIII.17) está basado en gran medida en los listados presentados por Fragoso (2001, 2007). Este apéndice muestra las especies que ocurren en Veracruz ordenadas por familia, incluyendo las localidades y ambientes en donde han sido encontradas, su categoría ecológica y su origen biogeográfico (nativas, endémicas o exóticas). El listado incluye cuatro especies adicionales no mencionadas por Fragoso (2001), pero citadas en Fragoso (2007): la nueva especie nativa de *Diplorema* sp.nov. nueve, y las exóticas *Onychochaeta windlei*, *Eisenia rosea* y *Dichogaster annae*.

A partir de esta lista se concluye que Veracruz cuenta con 68 especies de lombrices de tierra (32 exóticas y 36 nativas). El 74 % del total de especies está identificado, por lo que aún faltan por describir – identificar 18 especies de los géneros *Ramiellona* (7 spp. sin describir), *Diplocardia* (3 spp.), *Diplorema* (1), *Martiodrilus* (1), *Protozapotecia* (1), *Zapotecia* (1) y *Zapatadrilus* (1). Dos géneros (cada uno con una especie) son géneros nuevos en proceso de descripción, uno de los cuales se ha encontrado hasta el momento sólo en Veracruz. Las 36 especies nativas del estado se reparten en tres familias y 11 géneros, que incluyen 15 especies nuevas para la ciencia, mientras que las 32 especies exóticas del estado provienen de 22 géneros y siete familias.

PATRONES POR TIPOS DE VEGETACIÓN

A partir de los datos del apéndice, en el cuadro 1 se presenta una clasificación de las especies características de los principales tipos de vegetación en Veracruz. Con base en esta información se puede concluir que en el estado, la mayor cantidad de especies se ha registrado en las selvas medianas, sabanas naturales y sus pastizales derivados. Llama la atención el alto grado de adaptación de las nativas a los pastizales tropicales, con 17 especies registradas. Seguramente esto es un reflejo del pasado histó-

rico del estado, cuando las sabanas naturales dominaron el paisaje de la planicie costera, durante la última glaciación. También es necesario recalcar la casi inexistente presencia de especies nativas en el bosque mesófilo del centro del estado (Xalapa-Huatusco), lo cual parece ser un patrón de los bosques mesófilos de la vertiente oriental de México (Fragoso, 2005), agravado por la perturbación y por la colonización de estos frágiles ecosistemas por especies exóticas, tales como *A. corticis*, *A. gracilis*, *E. rosea* y *P. corethrurus*.

Los bosques de pino-encino registran una elevada frecuencia de especies exóticas, principalmente de la familia europea Lumbricidae. La mayoría de las especies peregrinas de esta familia tiene una gran plasticidad ecológica, con una distribución limitada fundamentalmente a climas templados y fríos. En el caso de Veracruz, por ejemplo, estas especies sólo se encuentran por arriba de los 1 000 m de altitud. La presencia de estas especies en tierras veracruzanas seguramente se remonta a la época de la colonia, cuando los españoles trajeron consigo plantas tales como manzanos, perales, fresnos, etc. Este transporte pasivo por el hombre ha sido demostrado por Gates (1982), quien encontró numerosas especies exóticas de lombrices (lumbrícidos y otras) en plantas que el servicio sanitario de la aduana estadounidense detuvo el ingreso a su país. La mera entrada pasiva de estas lombrices exóticas, sin embargo, no explicaría el dominio sobre los taxa nativos encontrados en los bosques fríos y templados de Veracruz. Lo que aparentemente ha sucedido es un reemplazo de las lombrices nativas por lumbrícidos, pero después que las poblaciones nativas han sido diezmadas por perturbaciones del hábitat original, tal como ha ocurrido en otros países (Sudáfrica, Australia, Nueva Zelanda y en Estados Unidos).

En cuanto a la distribución por categorías ecológicas, resulta claro que las endogeas dominaron la oligoquetofauna nativa (34 de 36 especies registradas); las únicas dos epigeas nativas se localizaron en

CUADRO 1. Lombrices de tierra características de los principales tipos de vegetación del estado de Veracruz.

VEGETACIÓN TIPO	SUBTIPO/REGIÓN	LOMBRICES NATIVAS	EXÓTICAS
Ambientes riparios		<i>Lavellodrilus riparius</i> , <i>Protozapotecia</i> sp.nov.10	<i>Eukerria saltensis</i> , <i>Sparganophilus eiseni</i> , <i>Eiseniella tetraedra</i> , <i>Metaphire houlleti</i> , <i>M. posthuma</i> , <i>Drawida barwelli</i>
Selvas Altas	Los Tuxtlas	<i>Kaxdrilus sylvicola</i> , <i>K. parvus</i> , <i>Ramiellona mexicana</i> , <i>Ramiellona</i> sp. nov. 15, <i>Ramiellona</i> sp. nov.16, <i>Ramiellona</i> sp. nov.17, <i>Ramiellona</i> sp. nov.18	<i>Dichogaster annae</i>
Selvas Medianas y (principalmente) pastizales		<i>Balanteodrilus pearsei</i> , <i>B. psammophilus</i> , <i>B. extremus</i> , <i>Ramiellona</i> sp. nov.24, <i>Ramiellona</i> sp. nov.19, <i>Ramiellona</i> sp. nov.23, <i>Larsonidrilus microcolecinus</i> , <i>Zapotecia</i> sp., <i>Zapotecia nova</i>	<i>Dichogaster affinis</i>
Sabanas y pastizales	Sólo sabanas	Gen. nov.2 sp. nov.29; <i>Martiodrilus</i> sp.2; <i>Diplotrema</i> sp. nov.9	
	Sabanas y pastizales	Gen. nov.1, sp. nov.1, <i>Phoenicodrilus</i> sp.nov.31, <i>Diplocardia</i> sp. nov.4, <i>Diplocardia</i> sp.4 Nativas peregrinas: <i>Diplotrema murchiei</i> , <i>D. papillata</i> , <i>Lavellodrilus parvus</i> , <i>Larsonidrilus orbiculatus</i> , <i>Phoenicodrilus taste</i> , <i>Protozapotecia australis</i>	<i>Periscolex brachycistis</i>
Cultivos y solares	Derivados de selvas bajas	<i>Zapatadrilus</i> sp. nov.28	<i>Dichogaster saliens</i>
	Ambientes tropicales y templados		<i>Amynthas corticis</i>
	Principalmente ambientes tropicales	<i>Diplocardia</i> sp. nov.5	<i>Diplocardia eiseni</i> , <i>Dichogaster bolau</i> i, <i>Ocnerodrilus occidentalis</i> , <i>Polypheretima elongata</i> , <i>Metaphire californica</i> , <i>Microscolex phosphoreus</i>
Bosque Mesófilo y ambientes perturbados derivados			<i>Bimastus tumidus</i> , <i>Dichogaster annae</i> , <i>Peryonyx excavatus</i> , <i>Polypheretima taprobanae</i> , <i>Dendrodrilus rubidus</i> , <i>Eisenia fetida</i> , <i>E. andrei</i> , <i>Eisenia rosea</i> , <i>Onychochaeta windlei</i>
Vegetación por arriba de los 1 500 m (ambientes fríos)	Bosques de Pino-encino	<i>Protozapotecia aquilonalis</i> , <i>Ramiellona wilsoni</i> , <i>Zapotecia amecameca</i>	<i>Aporrectodea caliginosa</i> , <i>Dendrobaena octaedra</i> , <i>Lumbricus rubellus</i> , <i>Octolasion tyrtaeum</i> , <i>Amynthas gracilis</i> , <i>Octolasion cyaneum</i>
	Bosques y Pastizales derivados		
Todos los ambientes naturales y perturbados por debajo de los 1 300 m			<i>Pontoscolex corethrurus</i>

las selvas altas de la región de Los Tuxtlas (*K. sylvicola* y *Ramiellona* sp. nov. 18). Este patrón refleja la situación nacional señalada por Fragoso (2001) sobre el dominio de las lombrices endogeas. La importancia relativa del grupo de epigeas en los bosques de pino-encino, se debe a las especies exóticas (principalmente lumbrícidos), de tal modo que la invasión de especies se manifiesta también por cambios en la estructura de las comunidades.

Finalmente, es importante mencionar que si bien algunas especies nativas de bosques y selvas han logrado adaptarse a los pastizales derivados, otras dependen del mantenimiento de la vegetación original arbórea para su supervivencia. Tal es el caso de las especies de *Balanteodrilus*, *Zapotecia* y *Larsonidrilus* de las selvas medianas del norte y centro del estado, y de las especies de *Kaxdrilus* y *Ramiellona* de las selvas medianas y altas de la región de Los Tuxtlas.

IMPACTO DE LA PERTURBACIÓN

El paisaje natural veracruzano está conformado por una variedad de ecosistemas naturales, tales como las selvas tropicales altas, medianas y bajas, el bosque mesófilo, los bosques de pino y encino, las sabanas y diversos ambientes acuáticos y semiacuáticos (manglares, tulares, etc). Esta vegetación ha sido perturbada y eliminada desde hace más de 500 años, aún cuando las mayores tasas de destrucción ocurrieron en la segunda mitad del siglo XX. Flores y Gerez (1988), por ejemplo, estiman que cerca del 74 % de la superficie del estado de Veracruz se encuentra perturbada de uno u otro modo, con el 37.5 % de la tierra ocupada por pastizales y el 25.3 % por agricultura de temporal. Este último grupo incluye diversos cultivos (maíz, frijol, etc.), y plantaciones de árboles (cafetales, platanares, huertas de cítricos y mangos, palmares, etc.). Otros sistemas importantes, aunque menos obvios, son los solares y jardines de casas, así como los basureros y

tiraderos de desechos orgánicos (pulpa de café, residuos de cítricos, cacao, etc.).

Varios estudios en los trópicos (Fragoso *et al.* 1997, 1999) han demostrado que la perturbación del hábitat por actividades humanas, modifica las comunidades de lombrices terrestres. Este cambio se manifiesta por una desaparición o disminución de especies nativas y por una invasión de especies peregrinas nativas y especies exóticas. Indudablemente, las especies epigeas nativas son las más afectadas por la perturbación del hábitat. En la región de Los Tuxtlas, por ejemplo, las dos lombrices epigeas características de la selva alta (*K. sylvicola* y *Ramiellona* sp. nov. 18) desaparecen totalmente en cultivos y pastizales aledaños. En estos mismos pastizales (con más de 40 años de perturbación), la mayoría de las especies endogeas nativas de la selva también desaparece (Fragoso *et al.*, 1999).

Otro ejemplo importante proviene del norte de Veracruz (Pánuco), en donde la sobrevivencia de la especie endoanécica *Zapatadrilus* sp. nov. 28 estaría amenazada por el uso de maquinaria agrícola. Debido a su tamaño, a la construcción de galerías verticales, y a la gran producción de excrementos que enriquecen el suelo (Fragoso *et al.*, 1993), esta especie seguramente es importante para el funcionamiento de estos suelos. Por sus migraciones verticales a gran profundidad durante la época de sequía, esta especie es la única nativa capaz de sobrevivir, no solamente en las selvas bajas, sino también en cultivos y pasturas, en donde la precipitación anual está por debajo de los 1 000 mm. El uso de tractores durante la época de lluvias podría diezmar las poblaciones, lo que en un mediano a largo plazo se traduciría en extinciones locales.

Sin esta especie y debido a la baja probabilidad de que otras especies exóticas endogeas invadieran esta región (por la baja precipitación), el funcionamiento de estos suelos podría resultar seriamente afectado. Fragoso *et al.* (1995) concluyeron que en el sureste de México (y en gran medida Veracruz) la sobrevivencia de especies nativas en sistemas pertur-

bados va a estar en función de las siguientes variables; *i*) número de años que el sistema ha permanecido perturbado, *ii*) intensidad de las prácticas agrícolas destructivas del suelo, y *iii*) categoría ecológica de las especies.

ASPECTOS BIOGEOGRÁFICOS

El estado de Veracruz se ubica en cuatro de las once provincias morfotectónicas reconocidas por Ferrusquía (1993): Sierra Madre Oriental (SMO), Planicie Costera del Golfo, Eje Neovolcánico Transverso (ENT) y Sierra Madre del Sur (SMS); y en tres de las nueve provincias biogeográficas reconocidas por Espinosa *et al.* (2000): Golfo de México, Sierra Madre Oriental y Eje Volcánico. La mayor parte del territorio veracruzano pertenece a la Planicie Costera del Golfo, la cual es dividida por el ENT en dos regiones, la norte y la sur (Rzedowski, 1978); las otras tres provincias abarcan pequeñas porciones del norte (SMO), centro (ENT) y del sur (SMS) del estado.

Los patrones biogeográficos siguientes se refieren exclusivamente a la distribución de las especies nativas.

Taxa de la planicie costera

A este grupo pertenecen los acanthodrilinos *B. pearsei*, *D. murchiei*, *L. microcolecinus*, *L. orbiculatus*, *L. parvus* y el ocnerodrilido *P. taste*. Debido a que se han encontrado en sitios perturbados de otros estados del país, estas especies se consideran como peregrinas nativas.

Taxa de la planicie costera del sur con límite norte en el ENT

En este grupo se encuentran siete especies de octochaetinos del género *Ramiellona* (sp. nov. 15, sp. nov. 16, sp. nov. 17, sp. nov. 18, sp. nov. 19 y sp.

nov. 23); dos especies de la familia Glossoscolecidae (*Martiodrilus* sp. 3, Gen. nov. 1 sp. nov. 1); los acanthodrilinos *L. riparius*, *D. papillata*, *K. sylvicola* y el ocnerodrilido Gen. nov. 2 sp. nov. 29.

Taxa de la planicie costera del norte con límite sur en el ENT

Balanteodrilus extremus, *D. eiseni*, *Diplocardia* sp. nov. 5, *P. australis*, *Protozapotecia* sp. nov. 10, *Z. nova*, *Zapotecia* sp. y *Zapatadrilus* sp. nov. 28.

Taxa exclusivos del ENT

Especies distribuidas por debajo de los 1 000 msnm, justo en la zona donde el ENT alcanza la costa del Golfo de México: *Balanteodrilus psammophilus*, *Diplocardia* sp. nov. 4, *Ramiellona* sp. nov. 24. Especies distribuidas por encima de los 1 000 msnm: *Z. amecameca*, *R. wilsoni*.

En resumen, se puede decir que hacia el norte del ENT la fauna de lombrices de tierra de Veracruz es dominada por los géneros *Diplocardia*, *Protozapotecia*, *Zapotecia* y *Zapatadrilus*, mientras que al sur de esta cadena montañosa predominan los géneros *Ramiellona*, Gen. nov. 2, *Kaxdrilus*, *Lavellodrilus*, y los glossoscolécidos Gen. nov. 1 y *Martiodrilus*. De particular importancia es la región de Los Tuxtlas, en donde se presentan varias especies endémicas del género *Ramiellona*.

CONCLUSIONES

El estado de Veracruz es un buen ejemplo de la situación actual de las lombrices de tierra de México, que se podría resumir en los siguientes puntos:

- 1) Las lombrices de tierra han sido un grupo poco estudiado, pues alrededor del 75 % de las especies nativas encontradas en Veracruz

son nuevas para la ciencia o bien fueron descritas en los últimos 10 años.

- 2) El 39 % de las especies nativas son endémicas del estado.
- 3) Con la destrucción de los ambientes naturales, algunas especies (*e.g.* epigeas) están condenadas a la extinción, pues son incapaces de adaptarse a las nuevas condiciones antropogénicas.
- 4) La fauna del norte y la del sur del estado (divididas a la altura del ENT) son muy diferentes entre sí, y constituye un problema biogeográfico no totalmente resuelto todavía.
- 5) En la mayor parte de los ecosistemas perturbados, la oligoquetofauna está compuesta de especies exóticas y sólo en algunos casos (*e.g.* pastizales) las nativas son relativamente importantes. En los bosques mesófilo y de pino-encino el dominio de las especies exóticas alcanza su máximo nivel.
- 6) Es posible conservar un buen número de taxa nativos en los ecosistemas manejados por el hombre, siempre y cuando las prácticas agrícolas sean menos destructivas.

AGRADECIMIENTOS. Muchas de las colectas realizadas en el estado de Veracruz fueron posibles gracias al apoyo financiero de la CEE (proyectos No. TS2*0292-F y No. ERBTS3*CT920128). La primera sistematización de las lombrices del estado de Veracruz se llevó a cabo gracias al apoyo del proyecto Conabio E009. También se recibió apoyo del proyecto "Conservation and Sustainable Management of Below-ground Biodiversity" (TSBF/PNUMA/GEF BGBD). Muchas personas me ayudaron con la colecta de material a todo lo largo del estado. Particularmente les agradezco a: P. Lavelle, I. Barois, J. Villalobos, P. Reyes-Castillo, C. Arteaga, G. Brown, A. Angeles. Y. de la Cruz, B. Ortiz, J.A. García, A. Ortiz, M.C. Rodríguez, D. Juárez. L. Coria, L. Camarena e I. Chirino. Finalmente le

agradezco a Patricia Rojas su constante ayuda y apoyo en las muchas salidas que realizamos juntos, así como sus comentarios y sugerencias a este manuscrito.

LITERATURA CITADA

- ARANDA, E., 1988, La utilización de lombrices en la transformación de la pulpa de café en abono orgánico, *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 27: 21-23. (1)
- ARELLANO, P., 1997, *Descomposición de la pulpa de café por Eisenia andrei* (Bouché 1972) y *Perionyx excavatus* (Perrier, 1872) (Annelida, Oligochaeta), tesis de licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 84 pp. (2)
- ARTEAGA, C., 1992, *Sistemática y ecología de las lombrices de tierra* (Annelida; Oligochaeta) de la cuenca baja del río Pánuco, tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad del Noreste, 64 pp. (3)
- BLAKEMORE, R.J., 2005, Whither Octochaetidae- A review of its family status (Annelida: Oligochaeta), en Pop, V. y A. Pop (eds.), *Advances in Earthworm Taxonomy II* (Annelida: Oligochaeta). *Proceedings of the 2nd Inter. Oligochaeta Taxonomy Meeting*, Cluj University Press, pp. 63-84.
- BOUCHÉ, M.B., 1972, Lombriciens de France. Ecologie et Systématique, *Ann. Sol. Ecol. Anim*, número especial 72: 1-671.
- BROWN, G.G., A. Moreno, I. Barois, C. Fragoso, P. Rojas, B. Hernández y J.C. Patron, 2004, Soil macrofauna in SE Mexican pastures and the effect of conversion from native to introduced pastures, *Agriculture, Ecosystems and Environments* 103: 313-327. (4)
- CAMARENA, H.L.M., 2006, *Influencia de la deforestación sobre las comunidades de lombrices de tierra* (Annelida: Oligochaeta) de selvas tropicales y sistemas agroforestales en el volcán Santa Marta, Los Tuxtlas, Ver., tesis de licenciatura, Depto. Biología, Facultad de Ciencias, UNAM, 68 pp. (5)

- CORIA, M.L.M., 2004, *Influencia de la deforestación y el manejo sobre las comunidades de lombrices de tierra (Annelida: Oligochaeta) de milpas y pastizales en el vocán de Santa Marta de Los Tuxtlas, Ver.*, tesis de licenciatura, Depto. Biología, Facultad de Ciencias, UNAM, 71 pp. (6)
- CHIRINO, V.I., 2005, *Caracterización de las comunidades de lombrices de tierra del bosque mesófilo*, Facultad de Ciencias, tesis de licenciatura, Depto. Biología, Facultad de Ciencias, UNAM, 95 pp. (7)
- DYNE, G.R y B.G.M. Jamieson, 2004, *Native Earthworms of Australia II (Megascolecidae, Acanthodrilinae)*, Australian Government, ABRS, CD, 200 pp.
- EISEN, G., 1900, Researches in the American Oligochaeta, with special reference to those of the Pacific coast and adjacent islands, *Proceedings of the California Academy of Sciences* 2(3): 85-276. (8)
- EDWARDS, C.A. y P.J. Bohlen, 1996, *Biology and Ecology of earthworms*, 3ª edición. Chapman and Hall, Londres, 419 pp.
- ESPINOSA, D.O., J.J. Morrone, C.Z. Aguilar y J. Llorente, 2000, Regionalización biogeográfica de México: Provincias bióticas, en J. Llorente, S.E. González y N. Papavero, *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*, vol II, UNAM/Conabio/Bayer, México, pp. 61-94.
- FERRUSQUA, V.I., 1993, Geology of Mexico: A synopsis, en T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.), *Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution*, Oxford University Press, pp. 3-107.
- FLORES, O. y P. Gerez, 1988, *Conservación en México: Síntesis sobre vertebrados terrestres, vegetación y uso del suelo*, INIREB-Conservation International, México.
- FRAGOSO, C., 1993, *Les peuplements de vers de terre dans l'est et sud'est du Mexique*, tesis de doctorado en Ciencias de la Vida, Université Paris 6, Francia, 225 pp.
- , 1997, Anélida (Oligochaeta), en E. González, R. Dirzo y R. Vogt (eds.), *Historia Natural de Los Tuxtlas*, UNAM/Conabio, México, pp. 395-399. (9).
- , 2001, Las lombrices de tierra de México (Annelida, Oligochaeta): Diversidad, ecología y manejo, *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), número especial 1: 131-171.
- , 2005, Las lombrices de tierra, en G. Sánchez, P. Reyes-Castillo y R. Dirzo (eds.) *Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México*, Universidad Autónoma de Tamaulipas, pp. 345-353.
- , 2007, Diversidad y patrones biogeográficos de las lombrices de tierra de México (Oligochaeta, Annelida), en *Minhocas na América Latina: Biodiversidade e Ecologia* (ed: G.G. Brown y C. Fragoso), EMBRAPA Soja, pp. 107-124.
- FRAGOSO, C., I. Barois, C. González, C. Arteaga y J.C. Patrón, 1993, Relationship between earthworms and soil organic matter levels in natural and managed ecosystems in the Mexican tropics, en K. Mulongoy y R. Merckx (eds.), *Soil Organic Matter Dynamics and Sustainability of Tropical Agriculture*, Wiley-Sayce Co-Publication, pp. 231-239.
- FRAGOSO, C. y P. Rojas, 1994, Earthworms from southeastern Mexico. New acanthodrilina genera and species (Megascolecidae, Oligochaeta), *Megadrilogica* 6(1): 1-12. (11)
- FRAGOSO, C., S. James y S. Borges, 1995, Native earthworms of the North Neotropical Region: Current status and controversies, en Hendrix, P.F. (ed.), *Earthworm ecology and biogeography in North America*, Lewis Publishers, Florida EUA, pp. 67-115.
- FRAGOSO, C., G. Brown, J.C. Patrón, E. Blanchart, P. Lavelle, B. Pashanasi, B. Senapati y T. Kumar, 1997, Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function in the tropics: the role of earthworms, *Applied Soil Ecology* 6: 17-35.
- FRAGOSO, C. y P. Rojas, 1997, Size shift in the mexican earthworm species *Balanteodrilus pearsei* (Megascolecidae, Acanthodrilini): a possible case of character displacement, *Soil Biology and Biochemistry* 29(3/4): 237-240.
- FRAGOSO, C., P. Lavelle, E. Blanchart, B. Senapati, J.J. Jiménez, M.A. Martínez, T. Decaens y J. Tondoh, 1999, Earthworm communities of tropical agroecosystems: origin, structure and influence of manage-

- ment practices, en P. Lavelle, L. Brussaard y P. Hendrix (eds.), *Earthworm Management in Tropical Agroecosystems*, CAB International, Oxford, pp. 27-55.
- FRAGOSO, C., A. Ángeles y Y. de la Cruz, 2006, Las lombrices de tierra, en Moreno-Casasola P. (ed.), *Entornos veracruzanos: la costa de La Mancha*, Instituto de Ecología, Xalapa, Veracruz, México, pp. 477-490. (10)
- FRAGOSO, C. y P. Rojas, 2007, Two new species of the earthworm genus *Balanteodrilus* (Oligochaeta: Acanthodrilidae) from Eastern Mexico, *Megadrilologica*, 11:107-114. (20)
- GARCÍA, P.J. y C. Fragoso, 2002, Growth, reproduction and activity of earthworms in degraded and amended tropical open mined soils: Laboratory assays, *Applied Soil Ecology* 20: 43-56. (12)
- GATES, G.E., 1977, On some earthworms from North American caves, en Studies on the caves and cave fauna of the Yucatan Peninsula, *Association Mexican Cave Studies Bulletin* 6: 1-4. (13)
- , 1982, Farewell to North American megadriles, *Megadrilologica* 4(1-2): 12-77.
- JAMES, S., 1990, *Diploptrema murchiei* and *D. papillata* new earthworms (Oligochaeta: Megascolecidae) from Mexico, *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 38: 18-27. (14)
- , 1993, New acanthodriline earthworms from Mexico (Oligochaeta: Megascolecidae), *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 60: 1-21 (15)
- JAMIESON, G.M., 2001, Native Earthworms of Australia (Megascolecidae, Megascolecinae), Science Publishers, EUA, CD, 2507 pp.
- LAPIED, E. y P. Lavelle, 2003, Endangered earthworms of Amazonia: an homage to Gilberto Righi, *Pedobiologia* 47(5/6): 419-427.
- LAVELLE, P., M. Maury y V. Serrano, 1981, Estudio cuantitativo de la fauna del suelo en la región de Laguna Verde, Veracruz. Época de lluvias, en P. Reyes-Castillo (ed.), *Estudios ecológicos en el trópico mexicano*, Instituto de Ecología 6: 65-100. (16)
- LAVELLE, P., I. Barois, E. Blanchart, G. Brown, L. Brussaard, T. Decaens, C. Fragoso, J. Jiménez, J. Kanyonyo, M. Martínez, A. Moreno, B. Pashanasi, B. Senapati y C. Villaneve, 1998, Earthworms as a resource in tropical agroecosystems, *Nature and Resources* 34(1): 26-41.
- LAVELLE, P. y A. Spain, 2001, *Soil Ecology*, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 654 pp.
- MICHAELSEN, W., 1900, *Oligochaeta. Das tierreich*, vol 10, Berlín, R. Friedländer & Sohn, XXIX + 557 pp. (17)
- ORTIZ, B.E., 2000, *Ganadería bovina, biodiversidad de suelos y sustentabilidad en el trópico veracruzano*, tesis de doctorado en Ciencias, Posgrado de Ecología y Manejo de Recursos Naturales, Instituto de Ecología, Xalapa, Veracruz, México, 249 pp. (18)
- RODRÍGUEZ, M.C., 1998, *Evaluación y diagnóstico de la macrofauna y la mesofauna edáficas de los suelos restaurados por industrias Apasco en el Cerro Buenavista, Ver.*, tesis de maestría en Ciencias Posgrado de Ecología y Manejo de Recursos Naturales, Instituto de Ecología, Xalapa, Veracruz, México, 136 pp. (19)
- ROJAS, P. y C. Fragoso, 1994, Fauna de suelos del estado de Veracruz: hormigas y lombrices de tierra en ecosistemas naturales y perturbados, en C.A. González y R.A. González (eds.), *Problemática Ambiental en el estado de Veracruz. Recursos faunísticos*, Colegio Profesional de Biólogos del Estado de Veracruz, pp. 59-74.
- RZEDOWSKI, J., 1978, *Vegetación de México*, Limusa, México, 432 pp.

Arañas

(Chelicerata: Arachnida: Araneae)



Guillermo Ibarra Núñez

INTRODUCCIÓN

Las arañas pertenecen al orden Araneae de la clase Chelicerata (Arachnida: Arthropoda). Éste es un grupo muy diverso en especies, ampliamente distribuido en casi todas las regiones terrestres y conocido porque algunas especies poseen veneno que puede ser peligroso para el ser humano, pero sobre todo por su capacidad de fabricar telarañas u otras estructuras de seda que intrigan al hombre (Levi y Levi, 1968; Coddington y Levi, 1991; Hofmann 1993; Foelix, 1996). En México, el estudio de la diversidad de este grupo de animales ha recibido relativamente poca atención y por ello se considera que aún dista mucho de conocerse cuál es el número real de especies que existe en nuestro país (Hofmann, 1976; Jiménez, 1996). Este trabajo constituye una aportación al conocimiento de la diversidad taxonómica de las arañas presentes en el estado de Veracruz, basado en una amplia variedad de fuentes de información, principal-

mente bibliográficas, pero también a través de recursos disponibles actualmente en la Internet.

DESCRIPCIÓN

La mayoría de las arañas son pequeñas (de dos a 10 milímetros), aunque algunas tarántulas pueden llegar hasta unos 90 mm (sin considerar las patas). A diferencia de otros artrópodos, el cuerpo de las arañas no tiene señas evidentes de segmentación, salvo la división en regiones principales, prosoma (región anterior) y opistosoma (región posterior), conectadas entre sí por un estrecho pedicelo. El prosoma es la región del cuerpo donde se concentra la mayoría de las interacciones con su ambiente: locomoción, ingestión de alimentos, interpretación del mundo exterior y la integración nerviosa, mientras que el opistosoma se dedica principalmente a funciones vegetativas: respiración, circulación, excreción, digestión y reproducción. Además en este último se realiza la

producción de seda (Levi y Levi, 1968; Kaston, 1972; Hoffmann, 1993; Foelix, 1996).

El prosoma está protegido por placas esclerosadas, una dorsal o caparazón y dos ventrales, labio y esternón, unidas por un área flexible (pleura). En esta región se encuentran la boca, los ojos (en la parte anterior del caparazón) y los seis pares de apéndices típicos de los arácnidos: un par de quelíceros, un par de pedipalpos de seis artejos, y cuatro pares de patas ambulatorias de siete artejos. El número de ojos puede variar de ocho, como en la mayoría de las especies, a sólo seis, cuatro, dos o ninguno, como en algunas arañas que habitan en cuevas. Los quelíceros (figura 1) están formados por dos partes o artejos, base y gancho, en cuyo ápice se encuentra la abertura por donde vierten su secreción las glándulas de veneno que poseen casi todas las arañas. En los juveniles y las hembras adultas los pedipalpos son como patas cortas, mientras que en los machos adultos el último artejo está modificado en un órgano copulador, especializado para la transmisión del semen (figura 1).

El opistosoma está cubierto por una cutícula normalmente más flexible que la del prosoma, aunque en algunas especies puede estar endurecida toda o sólo en partes. Generalmente tiene la forma de saco alargado, pero existen numerosas variantes por la presencia de jorobas, tubérculos o espinas duras en su superficie. En la parte ventral del opistosoma se encuentran las aberturas genital (en la parte anterior), respiratorias y anal (sobre el tubérculo del mismo nombre, en el extremo posterior), además de un grupo de apéndices modificados para la emisión y manipulación de la seda, denominados hileras. El orificio genital es normalmente una sola abertura simple, salvo en las hembras adultas de muchas especies, en las cuales se encuentra rodeado por una placa más o menos esclerosada (epigineo), de forma variable, con presencia o no de estructuras prominentes, y sobre la que se encuentra además un par de orificios copulatorios. En las arañas pueden coexistir dos tipos de sistemas respiratorios, tráqueas,



FIGURA 1. *Lyssomanes jemineus* Peckham & Wheeler, 1889, especie común de la familia Salticidae. Macho, con quelíceros muy desarrollados y con pedipalpos modificados para la transmisión del esperma (Foto: A. Ruiz Colmenares).

como en los insectos, y filotráqueas. A cada lado del orificio genital es común encontrar un espiráculo filotraqueal (en algunas especies hay dos espiráculos a cada lado), y hacia el extremo posterior, muy cerca o junto a las hileras, se puede encontrar un solo espiráculo traqueal. Las hileras son los únicos apéndices presentes en el opistosoma (hacia el extremo posterior ventral), normalmente tienen forma de dedos cortos, aunque en algunos casos pueden ser tan largas como el opistosoma. Cada una puede estar formada por uno a cuatro artejos. El número de hileras varía de dos a cuatro pares, pero la mayoría de las arañas presenta tres pares (antero-laterales, postero-medias y postero-laterales), en estrecho contacto entre sí. En la superficie de las hileras se encuentran unos tubos microscópicos o espitas (más abundantes hacia el extremo de cada hilera), a

través de las cuales se vierte el contenido de las glándulas de seda, cuyo número varía, según la especie, de uno a seis tipos distintos. Las espitas pueden tener formas y tamaños muy variados, dependiendo del tipo de seda que emiten. En algunos casos, se observa lo que correspondería al par antero-medio, pero modificado ya sea como un apéndice muy corto, único y no funcional, llamado colulo, o en la forma de una placa poco elevada llamada cribelo, la cual contiene numerosas espitas que emiten una seda particular, de hilos muy finos en comparación con las otras. El cribelo puede ser entero (una sola pieza) o dividido longitudinalmente (Kaston, 1972; Hoffmann, 1993; Foelix, 1996).

BIOLOGÍA

La capacidad de producir y combinar distintos tipos de seda está fuertemente relacionada con varios aspectos de la biología de las arañas, entre los que destacan la procuración de alimento, la reproducción, la protección y otros. Esta capacidad ha sido determinante para su diversificación, la colonización de numerosos hábitats terrestres, su distribución y su éxito como grupo (Levi y Levi, 1968; Kaston, 1972, Hoffmann, 1993; Foelix, 1996).

Alimentación

Las arañas son animales depredadores, principalmente de insectos u otros artrópodos, pero también pueden capturar a algunos vertebrados pequeños (peces, reptiles, aves y mamíferos). Considerando su estrategia de caza, podemos separar a las arañas en dos grupos: las que capturan a sus presas utilizando sólo sus quelíceros, su veneno y sus patas, y las que además se auxilian en la captura con artefactos fabricados con su seda (trampas o redes). Las primeras son usualmente nómadas (se desplazan entre distintos sitios de caza y de refugio), mientras que las

segundas son más bien sedentarias (se mantienen por periodos comparativamente prolongados en o muy cerca de su trampa o red, la cual frecuentemente sirve al mismo tiempo de refugio) (Kaston, 1972; Turnbull, 1973; Hoffmann, 1993; Foelix, 1996).

Para detectar a sus presas, las cazadoras nómadas se valen principalmente de sus capacidades para percibir vibraciones sobre el sustrato (suelo, plantas o la superficie del agua), vibraciones en el aire, o en algunos casos de la vista, la cual está desarrollada en varias familias, pero particularmente en la Salticidae, al grado que pueden formar imágenes, mientras que la mayoría de las arañas no tienen esta capacidad (Kaston, 1972; Turnbull, 1973; Foelix, 1996).

La seda puede contribuir a la captura de las presas en tres etapas: *a*) atracción de las presas mediante alguna propiedad física (*e.g.*, reflejando los rayos ultravioleta como lo hacen algunas flores para atraer a sus polinizadores), o química mediante sustancias que imitan a las feromonas u otras sustancias atractivas de las presas; *b*) detección y/o interceptación de las presas potenciales, mediante redes o trampas, y *c*) aseguramiento de la presa interceptada con la incorporación en la red o trampa de seda con propiedades adhesivas (Turnbull, 1973; Foelix, 1996). Existe una amplia diversidad de artefactos de seda para la captura de presas, desde algunos formados por uno o dos hilos, hasta otros muy elaborados como lo son las redes bi o tridimensionales que construyen algunas de las especies. Las características de las redes son útiles en el reconocimiento de las distintas familias (Levi y Levi, 1968; Kaston, 1972; Hoffmann, 1993; Foelix, 1996). Una vez capturada la presa, la araña vierte su saliva con enzimas digestivas en el interior de la presa (a través de las perforaciones hechas por sus quelíceros), para licuar los tejidos y después absorber todos los líquidos, pues las arañas no son capaces de ingerir alimento sólido (Foelix, 1996).

Ciclo de vida

En su desarrollo las arañas pasan por las etapas de huevo, ninfa (o juvenil) y adulto. La etapa ninfal va de cinco a 10 estadios, dependiendo del tamaño de los adultos de cada especie, aunque los machos normalmente tienen uno o dos estadios menos que las hembras. La mayoría de las especies completan su ciclo de vida en un año, pero existen especies con ciclos de vida más cortos, con dos o tres generaciones en un año, y su longevidad varía en relación con esto (un año o menos), aunque las especies de tamaño grande pueden llegar a vivir varios años, hasta 20 en el caso de algunas tarántulas. El crecimiento es posible gracias al proceso de muda del exoesqueleto, como en otros artrópodos. Una vez alcanzado el estado adulto ya no se producen más mudas, salvo en el caso de algunas arañas, como las tarántulas, donde las hembras (pero no los machos) pueden seguir mudando periódicamente. La mayoría de las arañas realizan el proceso de muda suspendidas en el aire, colgando de un hilo de seda, con la excepción de especies relativamente primitivas, las cuales para mudar se acuestan sobre su dorso (Levi y Levi, 1968; Kaston, 1972; Hoffmann, 1993; Foelix, 1996).

Reproducción

Al llegar al estado adulto se produce en los machos un pronunciado cambio de comportamiento, pues la alimentación deja de ser su principal actividad, para dedicarse completamente a actividades relacionadas con la reproducción.

Las arañas tienen un complicado mecanismo de transmisión de esperma. En ambos sexos el orificio genital se localiza en el opistosoma, pero en el macho adulto los pedipalpos llevan a cabo la transferencia de esperma. Para ello el macho teje una pequeña red (red de esperma), sobre la cual deposita una gota de semen, y luego utiliza los pedipalpos

para absorber y almacenar en ellos el semen (en forma similar a la de una jeringa). Después de esto el macho está listo para buscar pareja (Hoffmann, 1993; Foelix, 1996).

El macho localiza a las hembras por el aroma de sus feromonas sexuales, depositadas en algunos de sus hilos de seda. En el caso de las arañas nómadas, las feromonas se encuentran con frecuencia embebidas en el hilo que éstas dejan al irse desplazando sobre el sustrato (hilo o línea de seguridad); así un macho que deambula en busca de pareja, al encontrarse con el hilo de seguridad de una hembra adulta, se guía por éste para llegar hasta ella. En otras especies las feromonas sexuales se pueden encontrar además en los hilos del refugio o en la red de captura, de donde se difunden por evaporación. En algunas especies de arañas tejedoras de redes, lo primero que hace un macho que ha localizado a una hembra es comerse la mayor parte de la red, así reduce la posibilidad de que el aroma de la feromona siga atrayendo a otros machos que competirían con él para aparearse con esa hembra (Foelix, 1996).

Entre las especies tejedoras de redes, así como entre muchas cazadoras nómadas, es común que la hembra sea cortejada mediante vibraciones que produce el macho con movimientos de algunas partes de su cuerpo y/o pulsando con las patas algunos hilos de la red de la hembra en el primer caso. Estas vibraciones son transmitidas a través de los hilos de la red de la hembra, en el primer caso, o a través del sustrato sobre el que se encuentran ambos sexos, en el segundo caso. En las cazadoras nómadas que tienen desarrollado el sentido de la vista, el cortejo incorpora además de vibraciones, exhibiciones o despliegues visuales por parte de los machos. Esta transmisión de señales de los machos hacia las hembras tiene dos propósitos fundamentales, primero evitar ser confundidos con una presa y, segundo, estimular a las hembras para lograr su aceptación y proceder a la cópula. Para la cópula los machos de algunas especies emplean solamente uno de sus dos

pedipalpos, mientras que otras especies emplean los dos pedipalpos, pero alternadamente. Algún tiempo después del apareamiento la hembra se dispone a realizar la oviposición; para ello nuevamente recurre a la seda, construyendo un contenedor de huevos u ovisaco. Los detalles de la fabricación de éste varían mucho entre especies, pero de manera general el proceso consiste en construir primero una base o cama sobre la que se depositan los huevecillos, para después completar la estructura con una o más capas de seda (inclusive de varios tipos diferentes) hasta formar una estructura cuya forma es variable pero con frecuencia esférica. En algunos casos el ovisaco queda fijo a algún sustrato, o suspendido de un hilo, o sujeto a la red en el caso de algunas tejedoras, o bien es transportado por la araña (figura 2) hasta la eclosión de los juveniles (Levi y Levi, 1968; Kaston, 1972; Hoffmann, 1993; Foelix, 1996).



FIGURA 2. *Cupiennius salei* (Keyserling, 1877), especie común de la familia Ctenidae. Hembra sobre una bromeliácea, transportando su ovisaco esférico adherido a las hileras (Foto: G. Ibarra Núñez).

Otros usos de la seda

La seda se emplea también para el reforzamiento o construcción de los refugios donde las arañas se guarecen de las inclemencias del tiempo y de sus enemigos, o pasan sus periodos de inactividad o de muda, o para la protección de sus crías. La seda también sirve a las arañas como material para su desplazamiento y dispersión. Cuando los individuos son relativamente pequeños la seda les permite realizar la aerostación o vuelo no controlado, similar a la forma en que se hace volar una cometa (papalote o barrilete), en el cual la araña se pone de frente a una corriente de aire y va emitiendo uno o varios hilos que son arrastrados por el viento, hasta que los hilos tienen la longitud suficiente para ser transportados por la corriente de aire con todo y la araña. Las arañas también usan la seda para establecer un puente entre dos posiciones (*e.g.*, entre árboles o entre ramas). En este caso la línea que es arrastrada por el viento, choca contra una superficie, como la corteza de una rama o de un tronco, y eventualmente se atora o enreda en ella. La araña jala el hilo de tiempo en tiempo para saber si está atorado, y una vez que esto ha ocurrido, fija el hilo de su lado y entonces ya puede desplazarse sobre el puente. Estos puentes son utilizados como vías de desplazamiento por arañas demasiado pesadas para volar, o como líneas de base para la construcción de una red en el caso de las tejedoras (Levi y Levi, 1968; Kaston, 1972; Hoffmann, 1993; Foelix, 1996).

Arañas sociales

Aunque la inmensa mayoría de las arañas son solitarias y llegan a depredarse cuando se les confina juntas, existen algunas especies que muestran un cierto grado de sociabilidad, tolerándose mutuamente, e incluso cooperando en ciertas actividades. La gran mayoría de las especies conocidas de arañas sociales son tejedoras de redes, lo que pone en evidencia la

importancia de la seda, la cual sirve como medio de comunicación entre los miembros de una comunidad, facilitando el desarrollo de los mecanismos que permiten la tolerancia y la cooperación (en la construcción de la red, en la captura de presas y en los cuidados de la cría). Una de las ventajas de la condición social en las arañas, como en el caso de otros animales, es lo que hace posible la captura de presas grandes, que no pueden ser dominadas por un individuo solitario, y de esa forma les permite ampliar su nicho alimenticio (Foelix, 1996).

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN

A nivel mundial se han registrado 111 familias, 3 642 géneros y 39 490 especies (Platnick, 2006). Para la República Mexicana los datos actuales son de 65 familias, 421 géneros y 2 158 especies (Ibarra y Jiménez, datos no publicados). Este número de especies corresponde solamente al 5.5 % del total mundial. Para el estado de Veracruz se tienen 46 familias, 187 géneros y 373 especies, que corresponden al 17.3 % del total nacional (apéndice VIII.18). Estos datos son el resultado de una revisión documental, por lo cual muy posiblemente los valores reales de diversidad sean más altos. En el último análisis sobre la diversidad de arañas a nivel estatal (Jiménez, 1996), el estado de Veracruz ocupó el primer lugar en riqueza de especies, pero no existe aún una actualización de dicha información que permita compararlo con otros estados.

La capacidad de transportación de la seda ha permitido a las arañas diseminarse a casi todos los ambientes terrestres, incluidos sitios muy distantes. Prueba de ello es que se han encontrado arañas aterrizando en barcos en alta mar (a grandes distancias de tierra firme), o sobre aviones en vuelo (a varios kilómetros sobre la superficie) y también en las cumbres de grandes montañas (Kaston, 1972; Turnbull, 1973; Hoffmann, 1993; Foelix, 1996). En México se han reportado para todos los estados

de la república (Hoffmann, 1976; Jiménez, 1996), y se les ha citado de una gran variedad de hábitats, ya sea naturales o modificados por el hombre, como los agroecosistemas o las áreas urbanas (Turnbull, 1973; Foelix, 1996).

IMPORTANCIA

La elevada diversidad de especies de arañas y su amplia distribución en ecosistemas terrestres, son suficientes para justificar el estudio de este grupo desde las perspectivas taxonómica y evolutiva (Coddington y Levi, 1991; Foelix, 1996). Sin embargo, otras de sus características, como su veneno, la seda que producen y el ser depredadores de insectos, justifican su estudio desde las perspectivas de salud, bio-materiales y control biológico (Foelix, 1996; Greenstone, 1999).

A pesar de que la gran mayoría de las especies produce veneno, sólo menos de 30 especies en todo el mundo son consideradas de peligro para el hombre. Sin embargo, las mordeduras de arañas son siempre accidentales y su frecuencia es mucho menor que las de serpiente. En México son dos los géneros de mayor riesgo, y se encuentran representados en Veracruz con tres especies *Latrodectus mactans* (chintatlahua o capulina) y *Loxosceles chinateca*. En el caso del género *Latrodectus* el efecto del veneno en el ser humano es neurotóxico, y en algunos raros casos (particularmente niños, ancianos o personas debilitadas) puede llegar a causar la muerte. Por otra parte, el principal efecto del veneno del género *Loxosceles* es necrótico, con posibilidad de producir heridas gangrenosas de larga duración y en algunos casos complicaciones más serias (Hoffmann, 1993; Foelix, 1996).

Las características de resistencia y elasticidad de algunos tipos de seda de las arañas y la dificultad para obtenerlo directamente de éstas en gran escala, motivaron el interés de una compañía de biotecnología en desarrollar como organismos transgénicos

cabras pequeñas (a las que se les insertó un gen de araña) cuya leche contiene una proteína tipo-seda. Sin embargo, persiste el reto de manipular adecuadamente dicho material para producir fibras u otros productos de utilidad comercial (Nexia-Biosteel).

En algunas zonas rurales de México, tradicionalmente se ha hecho uso de telarañas para cubrir heridas pequeñas y ayudar así a su cicatrización. Este conocimiento popular tiene soporte en el hallazgo de que la seda adhesiva de algunas arañas es relativamente ácida, lo que impide el desarrollo de hongos y bacterias (Foelix, 1996).

Como depredadores, sus principales presas son los insectos, por tanto las arañas son aliados naturales del ser humano en su lucha contra aquellos insectos que amenazan principalmente su producción de alimentos. Así, en algunos agroecosistemas el conjunto de las arañas, más que determinadas especies individuales, son capaces de prevenir significativamente los daños que pueden causar los insectos fitófagos a las plantas (Riechert y Bishop, 1990). De manera práctica esto se refleja en la incorporación de las arañas a programas de manejo integrado de plagas, como ya se ha hecho para el arroz en Asia, reduciendo al mismo tiempo el uso de plaguicidas (Stone, 1992). Sin embargo, las arañas por sí solas, no pueden, en todos los casos, impedir el desarrollo de las plagas, por lo cual es necesaria la participación de otros enemigos naturales para poder controlarlas (Riechert y Lockley, 1984; Symondson *et al.*, 2002).

El conocimiento de la ecología de las arañas es limitado, tanto en el estado de Veracruz, como a nivel nacional. El único estudio en México sobre los efectos de la fragmentación de hábitats en las comunidades de arañas, evidencia una estrecha relación entre la cobertura vegetal y la diversidad de arañas epigeas. Asimismo, pone en evidencia que, de entre los hábitats alterados, aquellos que tienen una vegetación más o menos perenne son más propicios para la conservación de la diversidad (Pinkus-Rendón *et al.*, 2006). Para lograr la conservación efectiva de este grupo, basada en conocimiento científico, se

requiere por una parte, desarrollar protocolos de muestreo estandarizados que permitan comparar diferentes hábitats o condiciones ambientales (o temporales) y, por otra, utilizar como elementos base a gremios o grupos funcionales claramente definidos, de manera que permitan destacar las diferencias estructurales entre comunidades de sitios con distintas condiciones así como la tendencia de esas diferencias (New, 1999).

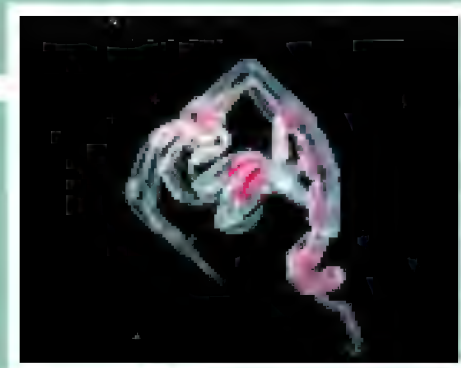
La diversificación de las arañas conllevó a la evolución de una diversidad de compuestos producidos en las glándulas de veneno. En varios países, México incluido, se están desarrollando actualmente estudios sobre los componentes de los venenos, los que han evidenciado que pueden ser de utilidad para el tratamiento de una amplia gama de enfermedades, como dolor crónico, padecimientos cardíacos, infecciones de la piel, epilepsia, daño cerebral por traumatismo, tumores y otros (Villegas y Corzo, 2007). Además, a partir del veneno de las arañas también se están desarrollando diversos productos insecticidas, algunos de los cuales ya han sido patentados (Fitches *et al.*, 2004; Rohou *et al.*, 2007). La diversidad de especies de arañas existente en México puede ser una fuente importante de recursos potenciales para ser explorada en estos aspectos, de ahí la necesidad de impulsar un más amplio conocimiento de la diversidad de arañas y de su biología.

LITERATURA CITADA

- CODDINGTON, J.A. y H.W. Levi, 1991, Systematics and the evolution of spiders (Araneae), *Annual Review of Ecology and Systematics* 22: 565-592.
- FITCHES E., M.G. Edwards, C. Mee, E. Grishin, A.M.R. Gatehouse, J.P. Edwards y J.A. Gatehouse, 2004, Fusion proteins containing insect-specific toxins as pest control agents: snowdrop lectin delivers fused insecticidal spider venom toxin to insect haemolymph following oral ingestion, *Journal of Insect Physiology* 50: 61-71.

- FOELIX, R.F., 1996, *Biology of spiders*, Second edition, Oxford University Press, New York, 330 pp.
- GREENSTONE, M.H., 1999, Spider predation: how and why we study it, *Journal of Arachnology* 27: 333-342.
- HOFFMANN, A., 1976, *Relación bibliográfica preliminar de las Arañas de México (Arachnida: Araneae)*, Instituto de Biología, UNAM, Publicaciones Especiales 3, México, 117 pp.
- , 1993, *El maravilloso mundo de los arácnidos*, Fondo de Cultura Económica, México, 167 pp., núm. 116 de la serie La ciencia desde México.
- JIMÉNEZ, M.L., 1996, Araneae, en J. Llorente, A.N. García y E. González (eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*, Instituto de Biología, UNAM, México, pp. 83-101.
- KASTON, B.J., 1972, *How to know the spiders*, Third edition, Wm. C. Brown Co. Dubuque, Iowa, 272 pp.
- LEVI, H.W. y L.R. Levi, 1968, *A guide to spiders and their kin*, Golden Press, Nueva York, 160 pp.
- NEW, T.R., 1999, Untangling the web: spiders and the challenges of invertebrate conservation, *Journal of Insect Conservation* 3: 251-256.
- PINKUS-RENDÓN, M.A., J.L. León-Cortés y G. Ibarra-Núñez, 2006, Spider diversity in a tropical habitat gradient in Chiapas, Mexico, *Diversity and Distributions* 12: 61-69.
- PLATNICK, N.I., 2006, *The world spider catalog, version 7.0.*, American Museum of Natural History (<http://research.amnh.org/entomology/spiders/catalog/index.html>.)
- RIECHERT, S.E. y L. Bishop, 1990, Prey control by an assemblage of generalist predators: spiders in garden test systems, *Ecology* 71: 1441-1450.
- RIECHERT, S.E. y T. Lockley, 1984, Spiders as biological control agents, *Annual Review of Entomology* 29: 299-320.
- ROHOU, A., J. Nield y Y.A. Ushkaryov, 2007, Insecticidal toxins from black widow spider venom, *Toxicon* 49: 531-549.
- STONE, R., 1992, Researchers score victory over pesticides and pests in Asia, *Science* 256: 1272-1273.
- SYMONDSON, W.O.C., K.D. Sunderland y M.H. Greenstone, 2002, Can generalist predators be effective biocontrol agents?, *Annual Review of Entomology* 47: 561-594.
- TURNBULL, A.L., 1973, Ecology of the true spiders (Araneomorphae), *Annual Review of Entomology* 18: 305-348.
- VILLEGAS, E. y G. Corzo, 2007, *Instant insight: venomous drugs?* <http://www.rsc.org/Publishing/Journals/cb/Volume/2007/1/Instantinsightvenomousdrugs.asp>

Crustáceos con bolsa incubadora (Crustacea: Malacostraca: Peracarida)



Ignacio Carlos Winfield Aguilar
Manuel Ortiz Touzet

INTRODUCCIÓN

El estudio de los crustáceos peracáridos a nivel mundial se ha intensificado durante las últimas décadas como resultado de su gran abundancia y riqueza de especies, su distribución geográfica amplia y por su asociación en un número extenso de procesos biológicos. Para el estado de Veracruz, las publicaciones sobre peracáridos datan de 1971 con el trabajo de Bâcescu, donde describe a *Cumella (Cumella) meredithi*. Posteriormente, McKinney (1978) analizó diferentes especies de anfípodos en sistemas costeros veracruzanos. En el mismo año, Price (1978) registró por primera vez *Mysidopsis almyra*, *Mysidopsis bahia* y *Bowmaniella brasiliensis* en la zona costera de Tamaulipas y de Veracruz.

Con la perspectiva de establecer líneas de investigación específicas en el estudio de estos crustáceos en México, se generó en 1990 una base de datos confiable para el territorio nacional. El Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Facultad de Estu-

dios Superiores Iztacala, UNAM, el Instituto de Biología, UNAM y el Colegio de la Frontera Sur, Quintana Roo, trabajaron en dicha tarea con una cobertura del ambiente marino, salobre, de agua dulce y terrestre, con la publicación de diferentes artículos de investigación, capítulos en libros, claves de identificación, tesis de licenciatura, maestría y doctorado, y reportes técnicos. Colateralmente, y con la perspectiva a futuro, fue considerado prioritario producir compilaciones de este grupo de crustáceos para cada estado de la República Mexicana, en cuanto a la biodiversidad y actualización del conocimiento se refiere. Por tal motivo, el presente trabajo aporta información actualizada hasta el año 2007 del Superorden Peracarida del estado de Veracruz, tanto en el ambiente marino y dulceacuícola, como en el terrestre.

DESCRIPCIÓN

El Superorden Peracarida incluye un número importante de crustáceos de tallas pequeñas (milí-

metros hasta centímetros) caracterizados por la presencia de una bolsa incubadora o marsupio en las hembras. Estos organismos representan el segundo grupo más importante de los crustáceos, después de los decápodos, con base en el número de especies y la abundancia por unidad de área. Animales como la pulga de playa (anfípodo gammárido), el camarón palo (anfípodo caprélido), la pulga de ballena (anfípodo ciámido) y la cochinilla de tierra (isópodo), constituyen algunos representantes de este grupo de crustáceos.

Con la descripción de especies troglobias (asociadas a cuevas y cenotes), estigofauna (asociadas a las aguas subterráneas) y de mar profundo (debajo de los 200 m de profundidad) (Brusca y Brusca, 1990), fueron adicionando nuevos órdenes a este grupo de crustáceos. No obstante, y a pesar de las reorganizaciones de los órdenes de peracáridos e interpretaciones de los caracteres morfológicos de parte de algunos investigadores, la propuesta más robusta y con mayor uso de la clasificación de peracáridos (Poore, 2005) incluye los órdenes: Spelaeogriffidae, Thermosbaenacea, Lophogastrida, Mysida, Mictacea, Amphipoda, Isopoda, Tanaidacea y Cumacea.

Estos nueve órdenes de crustáceos comparten un número importante de características morfológicas: la mandíbula presenta una hilera de espinas y una *lacinia mobilis*, el primer par de apéndices torácicos se han modificado como maxilípedos, los oosteguitos o prolongaciones de los apéndices torácicos (pereopodos 3 - 7) producen el marsupio o bolsa incubadora en la región ventral-torácica de la hembra. Además, existe la pérdida del ojo nauplio u órgano frontal dorsal en los adultos, así como el epipodito en los apéndices posteriores torácicos y la escama antenular. Grados diferentes del caparazón se han registrado en los peracáridos, desde un desarrollo amplio (misidáceos, cumáceos) hasta la pérdida del mismo (tanaidáceos, anfípodos, isópodos); sin embargo, al menos los cuatro últimos somitas torácicos (pereionitos) se encuentran libres (Brusca y Brusca, 1990).

El patrón corporal básico de los peracáridos varía en función del orden que se esté analizando; no obstante, en este trabajo se presenta el esquema de un anfípodo para ejemplificar las partes morfológicas fundamentales. El cuerpo se divide en tres regiones principales: la cabeza, el pereión o tórax y el pleón o abdomen. La cabeza tiene seis pares de apéndices: las antenas 1 y 2, las mandíbulas, las maxilas 1 y 2 y los maxilípedos. El pereión incluye siete segmentos o pereionitos y el pleón seis pleonitos, los tres posteriores de éste constituyen el urosoma. Cada segmento del pereión, del pleón y del urosoma posee apéndices pareados denominados pereopodos, pleopodos y urópodos, respectivamente. Los dos pares de pereopodos anteriores se denominan gnatópodos y el extremo posterior del cuerpo incluye una estructura pequeña en forma de aleta denominada telson.

BIOLOGÍA

Los aspectos biológicos elementales en termosbanáceos, esfeleogrífidos y mictáceos son desconocidos por el número escaso de especies descritas (*ca.* 20) a nivel mundial; en cambio, en misidáceos (Lophogastrida y Mysida), cumáceos, tanaidáceos, isópodos y anfípodos, una gran parte de su biología ha sido documentada (Winfield y Ortiz, 2003). Los peracáridos tienen un intervalo amplio de tamaño de acuerdo al orden y al espacio en que habitan, por ejemplo: en espacios intersticiales estos crustáceos tienen entre uno y pocos milímetros de longitud (*e.g.*, anfípodos de los géneros *Harpinia*, *Eobrolgus*), en algunas formas pelágicas (*e.g.*, anfípodos del género *Eurythenes*) alcanzan los 150 mm y, en formas epibentónicas, pueden medir cerca de los 35 cm de longitud (isópodos del género *Bathynomus*).

El sistema digestivo de los peracáridos incluye una serie de modificaciones relacionadas con los hábitos alimentarios, el hábitat y la historia natural de cada orden. Existen representantes de casi todas

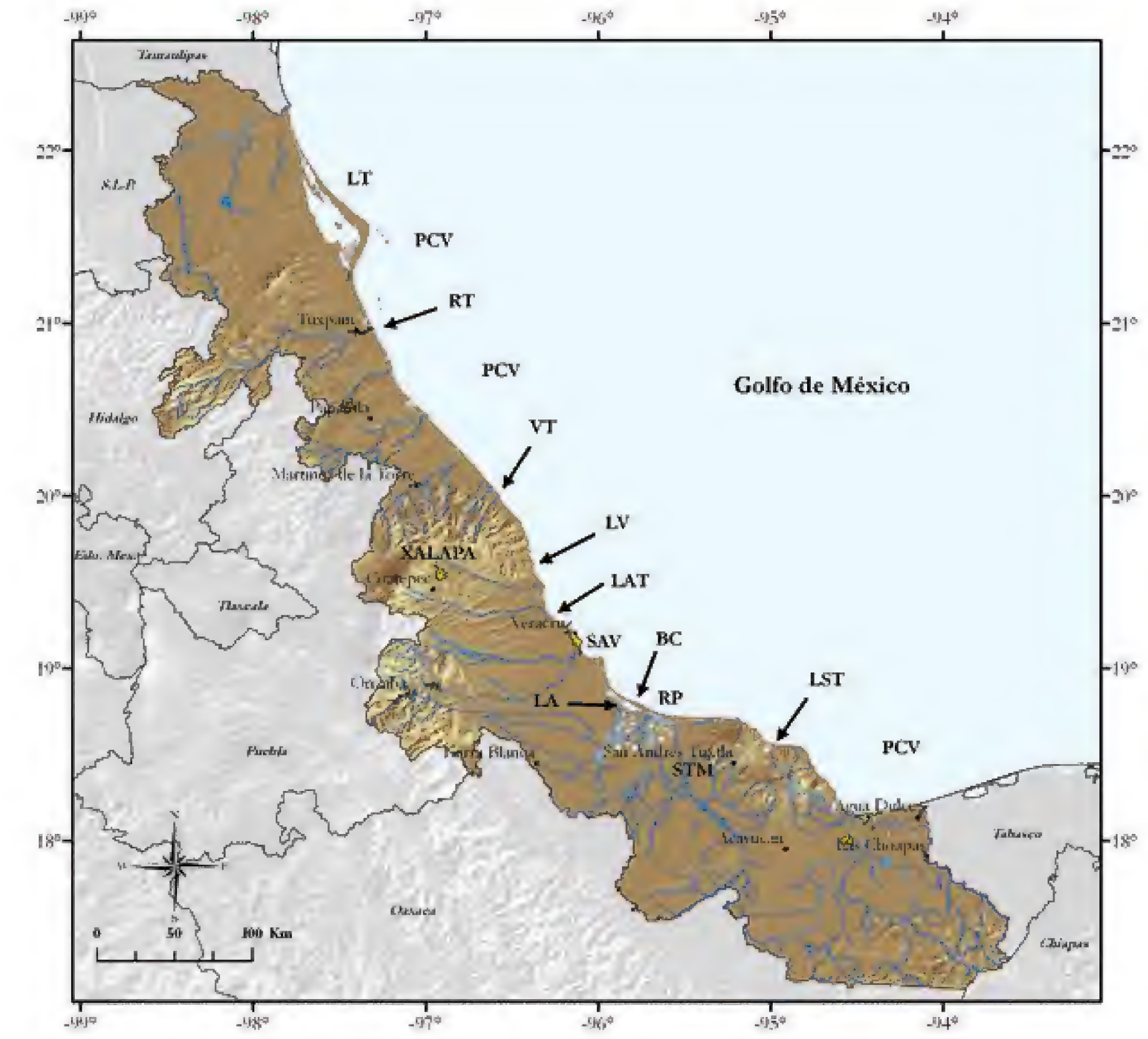


FIGURA 1. Ubicación en el estado de Veracruz de los principales ecosistemas donde se han registrado peracáridos.

las categorías de los consumidores dentro de la estructura trófica. La mayoría de éstos se ubican como consumidores de primer orden, particularmente como detritívoros con la presencia también de herbívoros exclusivos, bacterívoros y omnívoros, con variaciones alimenticias como filtradores, depredadores, necrófagos, parásitos y, en ocasiones, facultativos (Winfield y Ortiz, 2003).

El sistema circulatorio de los peracáridos se caracteriza por ser abierto (Barnes, 1977) con la presencia de branquias como los órganos principales en el intercambio gaseoso, ubicadas en la parte basal de los pereópodos o pleópodos (Kaestner, 1970); además, una cubierta membranosa interna que recubre el caparazón sirve para el intercambio gaseoso en misidáceos (Escobar-Briones, 2002). Los

peracáridos en ambientes terrestres y semiterrestres han desarrollado el intercambio gaseoso tegumentario, en comparación con el sistema branquial en el ambiente acuático (Lindeman, 1991). Los peracáridos son amonotélicos, es decir, el producto principal de desecho nitrogenado es el amoniaco y en menor porcentaje urea (Barnes, 1977). Las estructuras nefridiales, ubicadas en el tegumento, antenas y pereiópodos, intervienen en la filtración de los compuestos nitrogenados (Brusca y Brusca, 1990). Dichas estructuras abren al exterior mediante las glándulas antenales y maxilares.

Asociados al sistema nervioso existen varios órganos de los sentidos con diferentes niveles de especificidad en cada orden. Los ojos pueden variar en tamaño, número, posición y características estructurales, reduciéndose o perdiéndose en algunas familias de cuevas, cenotes y de mar profundo. Existen otras estructuras sensoriales denominadas calinóforos, ubicadas en el extremo proximal del flagelo principal de las anténulas (Lowry, 1986), y cuya función está asociada a eventos reproductivos, detección de alimentos y de hospederos en el caso de parásitos. Los calcéolos ubicados en el margen antero-medial del flagelo y del pedúnculo de las antenas 1 y 2 funcionan como quimiorreceptores de feromonas y mecanorreceptores acústicos, detectando gradientes de presión en organismos marinos (Winfield y Ortiz, 2003).

El sistema reproductor en machos y hembras es tubular con la presencia de testículos, penes, ovarios, oviductos y gonoporos, respectivamente; además, un carácter distintivo en hembras es la presencia de oosteguitos que constituyen el marsupio o bolsa incubadora. Adicionalmente, se han desarrollado diferentes estructuras sexuales secundarias (*e.g.*, el tamaño corporal, los ojos, las ornamentaciones, los gnatópodos y los pereiópodos) que definen el dimorfismo sexual.

El desarrollo embrionario es teloblástico, epimórfico y directo; es decir, no existen estadios larvales en forma libre y las crías (denominadas en

algunos órdenes como *manca*) realizan el desarrollo embrionario dentro del marsupio. Éstas, al salir de la bolsa incubadora, presentan las mismas características morfológicas que el adulto. El número de huevos fecundados en el marsupio varía considerablemente en cada familia y especie de peracáridos, desde uno hasta cientos, con base en su historia natural y estrategias del ciclo de vida.

Un número amplio de tácticas reproductivas se han generado en las especies de peracáridos con el propósito de garantizar la descendencia. Tres ciclos reproductivos básicos han sido sintetizados: especies con una sola reproducción durante su ciclo de vida (univoltino o semélparo); especies capaces de reproducirse en dos ocasiones (bivoltino), y aquellas con varias reproducciones (multivoltino o iteróparo) (Winfield y Ortiz, 2003). Por otra parte, en el ambiente bentónico existen dos categorías principales de acuerdo a los cuidados parentales: cuando los juveniles se refugian en un tubo, excavación o cueva construida por los progenitores, y cuando las crías viven expuestas sobre el cuerpo de la hembra o unidas a una estructura construida por la misma. Colateralmente, en algunos isópodos y anfípodos parásitos se ha documentado la partenogénesis (Kaestner, 1970) y el hermafroditismo protándrico (Thatcher, 2000): cuando un macho joven encuentra un huésped definitivo, tiene la capacidad de transformarse en hembra, permitiendo que otro macho joven de la misma especie arribe al huésped posteriormente y se realice la fecundación.

DIVERSIDAD

El conocimiento de la diversidad biológica de los peracáridos a nivel mundial se encuentra en un cambio continuo, debido a la constante descripción de especies nuevas y la extensión en la cobertura de muestreo en muchas áreas; en anfípodos, por ejemplo, se ha estimado un incremento anual de entre 100 y 110 especies y en isópodos de entre 30 a 40.

Hasta el año 2007, los peracáridos incluyen 22 472 especies nominales a nivel mundial, destacando por el número de especies los órdenes Isopoda (46.2 %) y Amphipoda (40.6 %). México, con sus 1 242 especies de peracáridos registradas, representa el 5.5 % de la biodiversidad mundial de este grupo de crustáceos, con el predominio del Orden Amphipoda (75.2 %) sobre el resto de los peracáridos (24.8 %). Además, las especies adaptadas al ambiente marino sobrepasan en proporción a las especies adaptadas al ambiente dulceacuícola y terrestre; por ejemplo: en anfípodos la proporción era casi de 8:2:1 y en isópodos de 2:1:1, respectivamente (cuadro 1).

CUADRO 1. Número de especies nominales de peracáridos a nivel mundial, República Mexicana y el estado de Veracruz.

ORDEN	MUNDIAL	MÉXICO	VERACRUZ
Spelaeogriphacea	3	0	0
Thermosbaenacea	12	1	0
Mysida	860	36	7
Mictacea	6	0	0
Amphipoda	9 116	935	72
Isopoda	10 395	169	16
Tanaidacea	900	65	7
Cumacea	1 250	32	4
Total especies	22 472	1242	106

Por otro lado, en el estado de Veracruz han sido identificadas hasta el 2007, 106 especies de peracáridos distribuidas en 34 familias y cinco órdenes: Amphipoda (68 %), Isopoda (15 %), Tanaidacea (6.6 %), Mysida (6.6 %) y Cumacea (3.8 %); que en conjunto constituyen el 8.5 % de la fauna total de peracáridos registrada para la República Mexicana. Además, para el caso de los órdenes Spelaeo-

griphacea, Lophogastrida, Thermosbaenacea y Mictacea no se tienen registros hasta la fecha en el estado por la especificidad en el hábitat y por la poca cobertura de muestreo.

En el territorio veracruzano, los anfípodos incluían dos subórdenes (Caprellidea y Gammaridea), 20 familias y 72 especies nominales. Las familias Ampeliscidae (11 spp.), Corophiidae (ocho spp.), Ampithoidae (cuatro spp.), Aoridae (cuatro spp.), Haustoridae (cuatro spp.) y Melitidae (cuatro spp.) dominan el grupo con alrededor del 50 % de la riqueza de especies del grupo. Los isópodos, segundo grupo en dominancia, contenían cinco subórdenes (Anthuridea, Asellota, Flabellifera, Gnathiidea y Oniscidea), ocho familias y 16 especies. Las familias Sphaeromatidae (seis spp.) y Cirolanidae (cuatro spp.) presentan la mayor diversidad de especies, con una dominancia acumulada del 62.5 %. Por otra parte, los tanaidáceos incluían siete especies agrupadas en cuatro familias y dos subórdenes (Apseudomorpha y Tanaidomorpha). La familia Leptocheliidae (cuatro spp.) domina la riqueza de especies con el 57 % del grupo. Los misidáceos, al igual que los tanaidáceos, presentaban un total de siete especies nominales agrupadas en la única familia Mysidae. Finalmente, los cumáceos constituían el grupo de peracáridos con la menor biodiversidad (cuatro spp.) agrupadas en la familia Bodotriidae (apéndice VIII.19).

DISTRIBUCIÓN

Los crustáceos peracáridos constituyen un grupo de organismos extremadamente exitoso; sus innovaciones morfológicas y fisiológicas les han permitido establecerse en hábitats diferentes a través del tiempo. Han colonizado el ambiente terrestre, las aguas subterráneas y epicontinentales, los ecosistemas salobres y, prioritariamente, el ambiente marino. En este último, habitan desde los polos hasta los trópicos como integrantes pelágicos y ben-

tónicos; desde las capas superficiales hasta las abisopelágicas, y desde la zona supralitoral hasta la abisal (Brandt, 1997).

En el océano mundial viven en los espacios intersticiales en los fondos suaves (sedimentos); en sustratos duros (acantilados, fondos rocosos, arrecifes de coral) pueden estar asociados a camas de algas, ser parte de la fauna críptica y ser comensales en esponjas marinas, en cnidarios y moluscos marinos; además, son un componente importante en las comunidades marinas, inclusive en ambientes extremos profundos como ventilas hidrotermales y manantiales fríos (Bellan-Santini y Thurston, 1996). En el ambiente lagunar-estuarino han ocupado un número amplio de hábitats: praderas marinas, macroalgas, sustratos rocosos, cúmulos de conchas, fondos suaves y raíces de mangle, entre otros, donde forman parte de la epifauna y endofauna dominante.

Un análisis de la distribución de los peracáridos registrados hasta el 2007 en el estado de Veracruz permite diferenciar tres grupos de ambientes donde ocurren: marino, salobre y terrestre (ver cuadro 2, apéndice VIII.19). En el primero se incluyen los fondos suaves asociados a la plataforma continental, el sustrato duro o sistema arrecifal coralino, y la playa con sustrato no consolidado. El ambiente salobre corresponde a las bocas de comunicación y a los sistemas lagunar-estuarinos y, finalmente, el ambiente terrestre con la selva tropical como representante.

Un total de 24 especies de peracáridos hasta el momento han sido registradas en sedimentos limosos, arcillosos y arenosos de la plataforma continental veracruzana: los anfípodos *Ampelisca venetiensis*, *A. verrilli*, *Unciola serrata*, *Gammarus mucronatus*, *Photis longicaudata*, *Eobrolgus spinosus*, y los mísidos *Americamysis almyra* y *A. bahia* se distribuyen en hábitats fuera de la costa de la laguna de Tamiahua (LT); el anfípodo *Ampelisca vadorum* en el delta del río Papaloapan (RP), y 15 anfípodos agrupados en las familias Caprellidae, Phtisicidae, Ampeliscidae, Aoridae, Liljeborgiidae, Maxillipidae, Melitidae y

Oedicerotidae con una cobertura amplia en la plataforma continental veracruzana (PCV).

Para el parque nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV) se contaba con un registro de 44 especies de peracáridos: 28 anfípodos, 12 isópodos, tres tanaidáceos y el cumáceo *Cumella meredithi*. De esta carcinofauna se distinguen, por su abundancia y riqueza de especies, las familias que incluyen organismos tubícolas, horadores, excavadores y comensales de esponjas y organismos gelatinosos: Ampeliscidae, Ampithoidae, Aoridae, Corophiidae, Haustoridae, Isaeidae, Ischyroceridae, Leucothoidae, Melitidae, Podoceridae (anfípodos) y Leptocheiliidae (tanaidáceo), así como aquéllas capaces de habitar tubos vacantes, constituyen parte del hiperbentos o son de vida libre capaces de moverse entre las estructuras arrecifales: Anthuridae, Janiridae, Cirolanidae y Sphaeromatidae (isópodos). No obstante el potencial de playas que tiene Veracruz, solamente ha sido publicado el cumáceo *Spilocuma salomani* como integrante intermareal en la playa Chalchicueyecan, ejido La Antigua (LAT).

En el ambiente salobre del estado de Veracruz se habían documentado 42 especies de peracáridos, 14 asociadas a las bocas de comunicación y 28 al sistema lagunar-estuarino. Sólo la boca de comunicación del río Tuxpan (RT) y la boca Camaronera (BC) del sistema lagunar de Alvarado han sido muestreadas sistemáticamente para conocer las especies de peracáridos asociadas. Domina en estos ambientes de comunicación el orden Amphipoda, con siete especies para RT y 13 especies para BC (cuadro 2, apéndice VIII.19). El sistema lagunar de Alvarado (LA) representa el ambiente salobre con la cantidad mayor de especies de peracáridos registradas (22) en comparación con Laguna Grande, municipio Vega de Alatorre, (VT) con cuatro especies y, Laguna Verde (LV) y laguna de Sontecomapan (LST), ambas con una sola especie: *Cyclaspis varians* y *Discapseudes holthuisi*, respectivamente. En el caso de LA, los peracáridos están asociados principalmente a praderas de *Ruppia maritima* y en sedimentos lodosos.

CUADRO 2. Órdenes de peracáridos y número de especies registrados en los ecosistemas estudiados del estado de Veracruz.

HÁBITAT	AMPHIPODA	ISOPODA	TANAIDACEA	MYSIDA	CUMACEA
PCV	15				
LT	6	—	—	2	—
RP	1	—	—	—	—
SAV	28	12	3	—	1
LAT	—	—	—	—	1
RT	7	—	—	1	—
BC	13	1	1	—	1
VT	—	—	—	4	—
LV	—	—	—	—	1
LA	11	2	4	5	—
LST	—	—	1	—	—
STM	1	—	—	—	—
Parásito	—	1	—	—	—

PVC, plataforma continental Veracruzana; LT, laguna de Tamiahua; RP, río Papaloapan; SAV, sistema arrecifal Veracruzano; LAT, La Antigua; RT, río Tuxpan; BC, boca Camaronera; VT, Vega de Alatorre; LV, laguna Verde; LA, laguna de Alvarado; LST, laguna de Sontecomapan; STM, sierra de Santa Marta.

Por otra parte, los peracáridos en el ambiente terrestre han sido examinados con base en su hábitat, distribución y evolución, proponiendo su agrupamiento en: fauna de cuerpos de agua epicontinentales (dulceacuícola), estigofauna (aguas subterráneas) con fauna troglobia (asociada a cuevas), y fauna estrictamente terrestre. Hecho fundamentado en la recolecta y análisis de un número importante de especies en ríos, lagos, presas, cenotes, cuevas, selvas, bosques templados, jardines e invernaderos, entre otros. En Veracruz el sistema terrestre es, sin duda, el ambiente con menor cantidad de investigaciones relacionadas con los crustáceos peracáridos, fundamentado en el único registro del anfípodo *Caribitroides (Caribitroides) tuxtlenensis* de la Sierra de Santa Marta (STM), Los Tuxtlas.

IMPORTANCIA

A nivel mundial, los peracáridos han sido reconocidos por su influencia en la estructura comunitaria, por su relación en la transferencia de materia y energía, por ser promotores de la bioturbación y la estabilización sedimentaria en sustratos no consolidados, por constituir elementos potenciales en la regeneración de nitrógeno en sedimentos. Constituyen un recurso alimenticio para algunas poblaciones de especies comerciales y son indicadores de modificaciones del ambiente natural (Suárez-Morales *et al.*, 2004).

Particular atención en carcinología marina han recibido las especies de peracáridos que han perfeccionado su morfología como parásitos de vertebrados.

dos marinos y estuarinos (Bousfield, 1987; Thatcher, 2000). En el caso de Veracruz, fue descrito el isópodo ectoparásito *Anilocra elviae* en el tiburón mako *Isurus oxyrinchus* en aguas costeras frente al puerto de Veracruz (Winfield *et al.*, 2002). En la laguna de STM se documentó al tanaidáceo *Discapseudes holthuisi* como vector en la transmisión del acantocéfalo *Caballerorhynchus lamothei* en peces (Escobar-Briones *et al.*, 1999). En el sistema LA, en Mandinga, en la laguna de STM y la LT, los crustáceos peracáridos representan un recurso alimenticio para las comunidades de peces bentónicos (Abarca-Arenas, com. pers.). Además, muchas aves residentes y migratorias utilizan estos crustáceos como parte de su dieta (De Sucre, com. pers.).

Con base en la historia de vida, importancia ecológica, abundancia numérica y sensibilidad a una variedad amplia de materiales tóxicos y contaminantes, los anfípodos, isópodos y tanaidáceos han sido utilizados como bioindicadores y biomonitores. Los efectos de la dispersión en estos organismos son mínimos como una consecuencia de su desarrollo directo, la especificidad del hábitat bentónico y los cuidados parentales. Así, los anfípodos *Ampelisca burkei*, *A. lobata*, *Americorophium ellisi*, *Apocorophium acutum*, *Erichthonius brasiliensis*, *Photis macromana* y *Leucothoe spinicarpa* están siendo utilizados como bioindicadores de contaminación orgánica en el SAV, con base en la reducción del número de individuos y en la modificación del tamaño corporal, así como en la modificación de los gnatópodos y antena 2 (Winfield *et al.*, 2007).

El estado de Veracruz constituye una de las entidades federativas con mayor complejidad y heterogeneidad ambiental del territorio nacional. Incluye un número extenso de ecosistemas y hábitats marinos, salobres y terrestres que, en conjunto, proporcionan las condiciones bioecológicas para albergar un número importante de especies. En el caso de la fauna, muchos grupos de invertebrados han sido analizados en cuanto a su biodiversidad se refiere: por ejemplo, esponjas marinas,

corales, moluscos, insectos y crustáceos decápodos, entre otros.

Sin embargo, el estudio de la diversidad biológica de los crustáceos peracáridos en Veracruz no ha tenido una sistematización y fortalecimiento en el ambiente marino, salobre, terrestre y dulceacuícola debido a diferentes factores: la existencia de pocos investigadores dedicados a este grupo de crustáceos, la dificultad en la identificación de los organismos por su talla pequeña, el registro de estos animales en diferentes publicaciones como grandes grupos (*e.g.*, anfípodos, isópodos), la pérdida de material biológico en muchos muestreos de ambientes acuáticos, y la ausencia de colecciones científicas de estos crustáceos en el país.

Como consecuencia, es necesario consolidar líneas de investigación que permitan conocer la diversidad biológica de estos crustáceos, no sólo en el estado de Veracruz, sino en todo el territorio nacional, con el propósito de actualizar las bases de datos ya existentes, formar jóvenes investigadores en este campo de la carcinología e impulsar proyectos relacionados con peracáridos bioindicadores, biomonitores, fauna encostrante y especies endémicas.

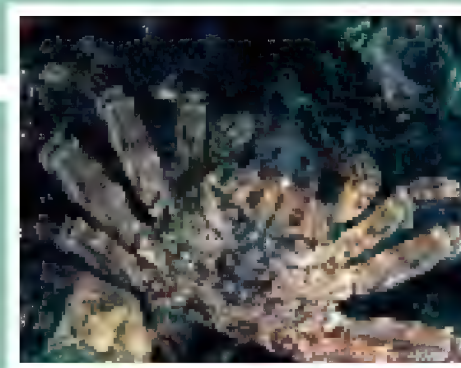
LITERATURA CITADA

- ARENAS-FUENTES, V. y J.M. Vargas-Hernández, 2002, *Programa de manejo del parque nacional Sistema Arrecifal Veracruzano*, Centro de Ecología y Pesquerías, Universidad Veracruzana, 180 pp. (1)
- BĂCESCU, M., 1971, New Cumacea from littoral waters of Florida (Caribbean Sea), *Travaux Museum of History Natural Grigore Antipa* 11: 5-23.
- BARNES, R.D., 1977, *Zoología de Invertebrados*, Interamericana, México, 826 pp.
- BELLAN, B. D. Santini y M.H. Thurston, 1996, Amphipoda of the hydrothermal vents along the mid-Atlantic Ridge. *Journal of Natural History* 30: 685-702.

- BOUSFIELD, E.L., 1987, Amphipods parasites of fishes of Canada, *Canadian Bulletin of Fisheries and Aquatic Sciences* 217: 1-37.
- BRANDT, A., 1997, Biodiversity of peracarid crustaceans (Malacostraca) from the shelf down to the deep Arctic Ocean, *Biodiversity and Conservation* 6: 1533-1556.
- BRUSCA, R.C. y G.J. Brusca, 1990, *Invertebrates*, Sinauer Associates, 922 pp.
- CHÁZARO-OLVERA, S., I. Winfield, M. Ortiz y F. Álvarez, 2002, Peracarid crustaceans from three inlets in the southwestern Gulf of Mexico: new records and range extensions, *Zootaxa* 123: 1-16. (2)
- ESCOBAR-BRIONES, E., F. Álvarez y G. Salgado-Maldonado, 1999, *Discapseudes holthuisi* (Crustacea: Tanaidacea) as an intermediate host of *Caballerorhynchus lamothei* (Acantocephala: Fessisentidae), *Journal of Parasitology* 85(1): 134-137.
- ESCOBAR-BRIONES, E., I. Winfield, M. Ortiz, R. Gasca y E. Suárez, 2002, Amphipoda, en J. Llorente, y J.J. Morrone (eds.), *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México. Hacia una síntesis de su conocimiento*, vol. III, 1ª, ed., Conabio/UNAM, cap. 17, pp. 342-371.
- ESCOBAR-BRIONES, E., 2002, Lophogastrida y Mysida, en J. Llorente, y J.J. Morrone (eds.), *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México. Hacia una síntesis de su conocimiento*, vol. III, 1ª ed., Conabio/UNAM, cap. 13, pp. 291-304. (3)
- ESCOBAR-BRIONES, E. y I. Winfield, 2003, Checklist of the benthic Gammaridea and Caprellidea (Crustacea: Peracarida: Amphipoda) from the Gulf of Mexico continental shelf and slope, *Belgian Journal to Zoology* 133 (1): 37-44. (4)
- GRAILLET-CAGNAT, G., 1986, *Introducción al conocimiento de la biología de Mysidopsis almyra* (Peracarida) en la Laguna Grande y Laguna Chica de Vega de Alatorre, Veracruz, tesis de licenciatura, Universidad Veracruzana, Xalapa, 44 pp. (5)
- KAESTNER, A., 1970, *Invertebrate Zoology*, vol. 3, Crustacea, Wiley, N.Y., 420 pp.
- LINDEMAN, D., 1991, Phylogeny and zoogeography of the new world terrestrial amphipods (landhoppers) (Crustacea: Amphipoda: Talitridae), *Canadian Journal of Zoology* 69: 1104-1116. (6)
- LOWRY, J.K., 1986, The callynophore, a eucaridan peracaridan sensory organ prevalent among the Amphipoda (Crustacea), *Zoological Scripta* 15(4): 333-349.
- MCKINNEY, L.D., 1978, Amphilochidae (Crustacea: Amphipoda) from the Western Gulf of Mexico and Caribbean Sea, *Gulf Research Report* 6(2): 137-159.
- ORTIZ, M., S. Cházaro e I. Winfield, 2001, A new amphipod crustacean of the genus *Haustorius* (Gammaridea: Haustoriidae) from the East coast of Mexico, *Avicennia* 14:53-59. (7)
- OSHEL, P.E., V.J. Steele y D.H. Steele, 1988, Comparative SEM morphology of amphipod microtrich sensilla, *Crustaceana suppl.* 13: 100-106.
- POORE, G.C., 2005, Peracarida: monophyly, relationships and evolutionary success, *Nauplius* 13(1): 1-27.
- PRICE, W.W., 1978, Ocurrance of *Mysidopsis almyra* Bowman, *M. bahia* Molenock and *Bowmaniella brasiliensis* Băcescu (Crustacea: Mysidacea) from the Eastern coast of Mexico, *Gulf Research Report* 6(2): 173-175.
- ROCCATAGLIATA, D., 2004, Cumacea, en J. Llorente, J.J. Morrone, O. Yáñez e I. Vargas (eds.), *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México. Hacia una síntesis de su conocimiento*, vol. IV, Conabio/UNAM, cap. 17, pp. 471-481. (8)
- SCHRAM, F.R., 1986, Amphipoda, en F.R. Schram (ed.), *Crustacea*, Oxford University Press, N.Y., pp.158-184.
- SUÁREZ-MORALES, E., R. Heard, S. García-Madrigal, J.J. Oliva-Rivera y E. Escobar-Briones, 2004, *Catálogo de los tanaidáceos (Crustacea: Peracarida) del Caribe mexicano*, Conacyt/Semarnat/Ecosur, 120 pp.
- THATCHER, V.F., 2000, The isopod parasites of South American fishes, en G. Salgado-Maldonado, A. García-Aldrete y V. Vidal Martínez (eds.), *Metazoan parasites in the neotropics: a systematic and ecological perspective*, UNAM/Instituto de Biología, pp. 193-226.

- VELÁZQUEZ-CERVANTES, F., 1986, *Abundancia y distribución de las especies del orden Mysidacea en el sistema lagunar (Laguna Grande-Laguna Chica) del municipio de Vega de Alatorre, Veracruz, México*, tesis de licenciatura, Universidad Veracruzana, Xalapa, 54 pp. (9)
- WINFIELD, I. y J. Franco, 1992, Algunas consideraciones ecológicas de *Discapseudes holthuisi* (Bacescu & Gutu, 1975), (Orden: Tanaidacea) de Sontecomapan, Ver., *Revista de Investigaciones Marinas* 13 (3): 254-274. (10)
- WINFIELD, I. y M. Ortiz, 1996, Riqueza específica de crustáceos peracáridos en el complejo lagunar de Alvarado y sistemas circundantes, *Revista de Zoología*, núm. especial 2: 57-68. (11)
- WINFIELD, I., E. Escobar-Briones y F. Álvarez, 2001, Crustáceos peracáridos asociados a praderas de *Ruppia maritima* (Ruppiaceae) en el sistema lagunar de Alvarado, México, *Anales del Instituto de Biología, Serie Zoología* 72(1): 29-41. (12)
- WINFIELD, I., F. Álvarez y M. Ortiz, 2002, A new species of *Anilocra* (Crustacea: Isopoda: Cymothoidae), ectoparasitic on the mako shark *Isurus oxyrinchus*, *Proceedings of the Biological Society of Washington* 115(1): 148-152. (13)
- WINFIELD, I. y M. Ortiz, 2003, *Anfípodos: un enfoque biológico*, UNAM-FES Iztacala, México, 51 pp.
- WINFIELD, I., E. Escobar-Briones y J.J. Morrone, 2006, Updated checklist and identification of areas of endemism of benthic amphipods (Caprellidea and Gammaridea) from offshore habitats in the SW of the Gulf of Mexico, *Scientia Marina* 70(1): 99-108. (14)
- WINFIELD, I., L. Abarca-Arenas, S. Cházaro-Olvera y V. Arenas. Crustacean macrofoulers in the Veracruz coral reef system, SW Gulf of Mexico: checklist, spatial distribution and diversity, *Cahiers de Biologie Marine* 48: 287-295. (15)

Camarones y cangrejos dulceacuícolas y marinos (Crustacea: Decapoda)



Cangrejo. Banco de imágenes de Conabio
(Foto: Quetzalli Sotelo)

Fernando Álvarez Noguera
José Luis Villalobos
Sergio Cházaro-Olvera

INTRODUCCIÓN

El estado de Veracruz representa una de las regiones mejor conocidas de México con respecto a los crustáceos decápodos, sin que esto pueda interpretarse como que se conocen todas las especies que se distribuyen en su territorio. En todos los ambientes presentes en Veracruz en donde se encuentran crustáceos decápodos existen importantes lagunas en el conocimiento que se tiene hasta ahora. Particularmente en el ambiente arrecifal y de plataforma continental se espera que el número de especies registrado aumente conforme continúen las investigaciones. Asimismo, existen grandes áreas continentales con cuerpos de agua dulce que no han sido exploradas apropiadamente para registrar a las especies dulceacuícolas. Es de esperarse que el número de especies en algunos grupos, como el de los acociles de la familia Cambaridae y el de los cangrejos de la familia Pseudothelphusidae, se incremente sensiblemente en los próximos años.

El presente capítulo se basa en el estudio de Álvarez *et al.* (1999) quienes realizaron la primera compilación de especies de crustáceos decápodos de Veracruz, registrando un total de 335 especies. Los nuevos resultados aquí incluidos muestran un incremento de 39 especies para un nuevo total de 374 especies. Los registros que se presentan se derivan de aquellos existentes en la Colección Nacional de Crustáceos (CNCR) del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, que fueron complementados con información publicada. Los antecedentes más importantes sobre crustáceos decápodos de Veracruz hasta 1999 se registran en Álvarez *et al.* (1999), en donde también se discuten las afinidades zoogeográficas de varios grupos, los patrones de riqueza por grupo y los principales problemas de conservación que enfrenta esta fauna. De 1999 a la fecha se han publicado los siguientes estudios que complementan el conocimiento sobre la distribución de crustáceos decápodos en Veracruz: Hernández-Guzmán *et al.* (1999),

Rojas *et al.* (1999, 2000), Felder y Staton (2000), Mejía-Ortiz *et al.* (2001), Villalobos y Alvarez (2003), López-Mejía *et al.* (2004), Galicia-Castillo y Hernández-Aguilera (2005), Goy (2005), Gracia y Hernández-Aguilera (2005), McClure (2005), Rodríguez-Almaraz y Zavala-Flores (2005), Villalobos (2005), Wicksten (2005a) y Wicksten (2005b).

El listado de especies que se presenta (apéndice VIII.20) sigue el arreglo propuesto por Martin y Davis (2001) para familias y categorías superiores del subphylum Crustacea; dentro de cada familia los géneros y las especies dentro de los géneros se enlistan en orden alfabético. Se incluye para las especies la autoridad que describió el taxón. El listado contiene el hábitat en donde se distribuye la especie: marino, estuarino, dulceacuícola o semiterrestre. Muchas especies de decápodos utilizan a lo largo de su ciclo de vida más de uno de los ambientes, en estos casos la especie se considera dentro del ambiente en el cual vive preferentemente. Enseguida se enlistan las localidades de Veracruz en donde la especie ha sido registrada haciendo referencia a la fuente. Para otros casos de especies marinas con una amplia distribución dentro del Golfo de México, que incluye Veracruz, se utiliza la abreviatura "AD" sin especificar ninguna localidad. Asimismo, se consideraron especies cuya presencia en Veracruz es altamente probable, los cuales se calificaron como de presencia inferida "PI". Este rubro se utilizó para especies marinas de amplia distribución dentro del Golfo de México que han sido encontradas en áreas vecinas (Tamaulipas, Tabasco y Campeche) y que muy probablemente estén también en la plataforma continental correspondiente a Veracruz.

BIOLOGÍA

Dentro de este orden de crustáceos se encuentran básicamente dos tipos de plan corporal con sus respectivas variaciones, el camarón y el cangrejo; todos

ellos reconocidos como decápodos puesto que de los ocho pares de apéndices cefalotorácicos, los primeros tres son maxilípedos asociados a la boca y la alimentación, quedando cinco pares libres, fundamentalmente ambulatorios, pudiendo estar quelados los primeros dos pares. Debido a estos cinco pares de patas se conocen como decápodos. En el primer plan corporal el abdomen aparece bien desarrollado y no flexionado debajo del cefalotórax, consistente en seis segmentos más el telson. Los camarones pueden tener el cuerpo comprimido lateralmente, como los camarones peneidos y carideos, o bien puede estar deprimido dorso-ventralmente generando un cuerpo más cilíndrico como en las langostas (palinúridos) o en los acociles (astácidos). Los decápodos pueden ser tanto pelágicos como bentónicos en la fase adulta, mientras que las fases larvales suelen ser planctónicas.

El orden Decapoda está dividido en dos subórdenes de acuerdo con el tipo de branquias que presentan: Dendrobranchiata (que poseen dendrobranquias) y comprende cerca de 450 especies, principalmente de camarones peneidos y sergéstidos; y los Pleocyemata (con tricobranquias y phyllobranquias) que incluye alrededor de 13 500 especies, con una amplia diversidad de formas de camarones y cangrejos (Brusca y Brusca, 2003). Los decápodos tienen ciclos de vida que pueden tener algunas variaciones. En general los sexos están separados y presentan características sexuales secundarias importantes para el cortejo y la cópula; aunque puede haber especies con poco dimorfismo sexual, y algunas otras pueden ser hermafroditas secuenciales. En los camarones del suborden Dendrobranchiata las hembras liberan los huevecillos al medio, mientras que en el resto de los decápodos los huevecillos se depositan en los pleópodos, apéndices abdominales de la hembra en donde se airean e incuban hasta la eclosión.

Típicamente, las fases larvales que se observan en los decápodos son zoea, mysis, postlarva y juvenil. Las diferentes etapas larvales pueden recibir nom-

bres distintos en diferentes grupos, particularmente, la postlarva de los peneidos es el glaucothoe de algunos anomuros, y la megalopa de los braquiuros. El número de etapas larvales varía en cada grupo, desde 11 o más etapas en camarones peneidos hasta el desarrollo abreviado que exhiben algunas especies de langostinos, los cangrejos de agua dulce de las familias Pseudothelphusidae y Trichodactylidae, y los acociles de la familia Cambaridae. En los desarrollos larvales extendidos, con muchas etapas, las larvas ocupan distintos hábitats que los adultos; por ejemplo, en especies de camarones peneidos las larvas viven en zonas estuarinas, mientras que los adultos viven en la plataforma continental; o en los langostinos, los adultos habitan cabeceras de ríos, en tanto que las larvas ocurren en zonas bajas y estuarios.

DIVERSIDAD

En el apéndice VIII.20 se presenta el listado de especies de crustáceos decápodos que se distribuyen en Veracruz. Se registró un total de 374 especies, de las cuales 291 (77.8 %) son marinas, 32 (8.5 %) estuarinas, 39 (10.4 %) dulceacuícolas, y 12 (3.2 %) semiterrestres. Del total de registros, 303 son directos con colectas en Veracruz y 71 son inferidos (PI). Con respecto a la composición taxonómica, las 374 especies pertenecen a 168 géneros, 55 familias, 26 superfamilias, seis infraórdenes y dos subórdenes, del orden Decapoda. La riqueza de especies de crustáceos decápodos en Veracruz está dominada, como era de esperarse, por las especies marinas (291), seguidas por las dulceacuícolas (39), estuarinas (32) y semiterrestres (12). Las 374 especies registradas en este capítulo reflejan un aumento de 39 especies con respecto al último listado presentado por Alvarez *et al.* (1999). Este incremento se debe a la descripción de cinco nuevas especies (*Macrobrachium tuxtlaense* Villalobos y Alvarez; *Procambarus* (*Austrocambarus*) *catemacoensis* Rojas, Alvarez y Villalobos; *Procamba-*

rus (*Austrocambarus*) *citlaltepetl* Rojas, Alvarez y Villalobos; *Procambarus* (*Villalobosus*) *chacalli* López-Mejía, Alvarez y Mejía-Ortiz; *Lepidophthalmus manningi* Felder y Staton), así como a 25 nuevos registros para el estado, y a nueve especies que se consideran de presencia inferida dentro de Veracruz.

El número de especies de decápodos de Veracruz sin duda seguirá incrementándose por las siguientes razones: 1) A pesar de que la plataforma continental veracruzana es angosta y accidentada, seguirá arrojando nuevos registros, puesto que hasta la fecha se han realizado pocos cruceros oceanográficos en esta zona. 2) Dentro del ambiente estuarino, que quizá es el mejor conocido dentro de Veracruz, queda una serie de especies de la infauna, asociadas al sedimento, que no han sido estudiadas con detenimiento. 3) El ambiente costero, que incluye las formaciones arrecifales, ha sido estudiado sólo en algunas localidades dentro de los sistemas del Puerto de Veracruz y Antón Lizardo, quedando grandes zonas por explorar. 4) Con respecto al ambiente dulceacuícola, es claro que hay regiones, como la de Los Tuxtlas, en donde se ha concentrado un gran esfuerzo de colecta. Sin embargo, las regiones al sur y al norte del estado, y aquellas alejadas de la costa requieren atención puesto que no han sido muestreadas sistemáticamente.

IMPORTANCIA

Muchas especies de crustáceos decápodos son importantes desde el punto de vista ecológico por la talla que alcanzan, por sus densidades y, a menudo, por ser omnívoros oportunistas que se mueven a diferentes niveles dentro de las tramas tróficas. Como ejemplos, los “cangrejos ermitaños” en la zona rocosa intermareal funcionan como ramoneadores consumiendo algas. Los “cangrejos fantasma” que cavan galerías en las playas, se encargan de airear la arena, reciclar nutrientes, comerse animales

muertos arrojados por la marea, y a su vez son alimento de aves y mamíferos pequeños. Al igual que algunas especies de cangrejos ermitaños como *Calcinus tibicen*, el cangrejo fantasma *Ocypode quadrata* puede alcanzar densidades muy altas en las zonas costeras de Veracruz, por lo cual tienen un papel ecológico vital para el mantenimiento de las comunidades (Valero, 2005). En el hábitat dulceacuícola, los langostinos del género *Macrobrachium*, así como los cangrejos pseudotelfúsidos y tricodactílidos, son los invertebrados de mayor tamaño y pueden representar regionalmente biomásas considerables (Alvarez y Villalobos, 1997). También los acociles del género *Procambarus* han sido identificados como los principales recicladores de materia vegetal en los sistemas dulceacuícolas, particulando hojas y raíces que después pueden ser degradadas por bacterias y dejar sus nutrientes disponibles para otros niveles tróficos. Por su diversidad de formas, hábitos y ambientes en los que se encuentran, los decápodos juegan un papel muy importante en los ecosistemas acuáticos.

Desde el punto de vista comercial, son muchas las especies de crustáceos decápodos que tienen importancia económica. Dentro de las especies que se distribuyen en Veracruz se pueden citar las siguientes que sostienen pesquerías comerciales: camarón blanco, *Litopenaeus setiferus*; camarón café, *Farfantepenaeus aztecus*; camarón rosado, *Farfantepenaeus duorarum*; camarón roca, *Sicyonia dorsalis*; burrito, *Atya scabra*; acamaya, *Macrobrachium acanthurus*; pigua o langostino, *Macrobrachium carcinus*; langostino, *Macrobrachium heterochirus*; acocil o camarón reculador, *Procambarus acanthophorus*; jaiba prieta, *Callinectes rathbunae*; jaiba azul o gringa, *Callinectes sapidus*; cangrejo moro, *Ucides cordatus*, y el cangrejo azul, *Cardisoma guanhumi*. Algunas otras pueden ser consumidas por el hombre ocasionalmente si alcanzan tallas grandes. En cuanto a los camarones peneidos, Veracruz produce el 7.7 % de la captura en el Golfo de México; en contraste, la producción de jaiba en Veracruz es la

más alta con respecto a otros estados del Golfo de México con 38 % (Carta Nacional Pesquera, 2004). Desafortunadamente, no existen estadísticas pesqueras confiables para otras especies como los acociles y los cangrejos moro y azul.

LITERATURA CITADA

- ÁLVAREZ, F. y J.L. Villalobos, 1997, Pseudothelphusidae y Trichodactylidae, en E. González, R. Dirzo y R. Vogt (eds.), *Historia Natural de Los Tuxtlas*, Instituto de Biología e Instituto de Ecología, UNAM/Conabio, México, pp. 415-418. (16)
- , Villalobos, Y. Rojas y R. Robles, 1999, Lista y comentarios sobre los crustáceos decápodos de Veracruz, México, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM 70(1):1-27.
- BARNWELL, F.H. y C.L. Thurman II, 1984, Taxonomy and biogeography of the fiddler crabs (Ocypodidae: genus *Uca*) of the Atlantic and Gulf coasts of eastern North America, *Zoological Journal of the Linnean Society* 81:23-87. (11)
- BRUSCA, R.C. y G.J. Brusca, 2003, *Invertebrates*, 2nd ed., Sinauer Associates, Inc., 936 pp.
- CORPI, R., 1986, *Crustáceos decápodos y estomatópodos litorales y costeros de la región de Coatzacoalcas, Veracruz, México*, tesis, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Veracruzana, Xalapa, 68 pp. (12)
- FELDER, D.L. y J.L. Staton, 2000, *Lepidophthalmus manningi*, a new ghost shrimp from the southwestern Gulf of Mexico (Decapoda: Thalassinidea: Callinassidae), *Journal of Crustacean Biology* 20(2): 170-181. (36)
- GALICIA-CASTILLO, G.C. y J.L. Hernández-Aguilera, 2005, Cangrejos Porcelánidos, en J.L. Hernández-Aguilera, J.A. Ruiz-Nuño, R.E. Toral y V. Arenas-Fuentes (eds.), *Camarones, Langostas y Cangrejos de la Costa Este de México*, vol. I, ECONATURA/Conabio, pp. 237-262. (33)
- GOY, J.W., 2005, Stenopodid shrimps, en J.L. Hernández-Aguilera, J.A. Ruiz-Nuño, R.E. Toral y V. Are-

- nas-Fuentes (eds.), *Camarones, Langostas y Cangrejos de la Costa Este de México*, vol. I, ECONATURA/Conabio, pp. 203-205. (32)
- GRACIA, A. y J.L. Hernández-Aguilera, 2005, Camarones Penaeoideos, en J.L. Hernández-Aguilera, J.A. Ruiz-Nuño, R.E. Toral y V. Arenas-Fuentes (eds.), *Camarones, Langostas y Cangrejos de la Costa Este de México*, vol. I, ECONATURA/Conabio, pp. 23-65. (27)
- HERMOSO, A.M. y L.A. Martínez, 1991, *Estudio taxonómico de ocho familias de camarones (Crustacea: Decapoda) en cinco arrecifes del Golfo de México*, tesis, Facultad de Ciencias, UNAM, 87 pp. (2)
- HERNÁNDEZ, J.L., R.E. Toral y J.A. Ruiz, 1996, *Especies catalogadas de crustáceos estomatópodos y decápodos para el Golfo de México, Río Bravo, Tamaulipas a Progreso, Yucatán*, Secretaría de Marina, México, 132 pp. (3)
- HERNÁNDEZ-GUZMÁN, M.A., J. Cruz-Hernández, L.M. Mejía-Ortiz, J.A. Viccon-Pale y P. Ortega, 1999, Relative abundance and growth of *Macrobrachium heterochirus* between 1983-1984 and 1996-1997, Huitzilapan River basin, Veracruz, Mexico, en J.C. von Vaupel Klein y F.R. Schram (eds.), *The Biodiversity Crisis and Crustacea*, Crustacean Issues 12, A.A., Balkema, Rotterdam, pp. 739-749.
- HILDEBRAND, H.H., 1954, A study of the fauna of the brown shrimp (*Penaeus aztecus* Ives) grounds in the western Gulf of Mexico, *Publications of the Institute of Marine Science*, Texas 4(1): 233-366. (28)
- HOBBS, H.H., Jr., 1987, On the identity of *Astacus* (*Cambarus*) *mexicanus* Erichson (1846) and *Cambarus aztecus* Saussure (1857) (Decapoda: Cambaridae) with the description of *Procambarus olmecorum*, new species, from Veracruz, Mexico, *Proceedings of the Biological Society of Washington* 100(1): 198-215. (17)
- , 1989, An illustrated checklist of the American crayfishes (Decapoda: Astacidae, Cambaridae and Parastacidae), *Smithsonian Contributions to Zoology* 480: 1-236. (18)
- LEIJA, A., 1985, *Contribuciones al estudio de los cangrejos Brachyura-Grapsoidea (Decapoda: Reptantia), del Golfo de México depositados en la Colección Artropodológica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UANL*, tesis, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, 69 pp. (4)
- LEMAITRE, R., P.A. McLaughlin y J. García-Gómez, 1982, The *Provenzanoi* group of hermit crabs (Crustacea, Decapoda, Paguridae) in the western Atlantic, *Bulletin of Marine Science* 32(3): 670-701. (5)
- LÓPEZ-MEJÍA, M., F. Alvarez y L.M. Mejía-Ortiz, 2004, *Procambarus (Villalobosus) chacalli* (Crustacea: Decapoda: Cambaridae) a new species of crayfish from Veracruz, Mexico, *Proceedings of the Biological Society of Washington* 117(2): 169-175. (26)
- MARTIN, J.W. y G.E. Davis, 2001, *An Updated Classification of the Recent Crustacea*, Natural History Museum of Los Angeles County, Science Series 39.
- MCCLURE, M.R., 2005, Snapping Shrimps, en J.L. Hernández-Aguilera, J.A. Ruiz-Nuño, R.E. Toral y V. Arenas-Fuentes (eds.), *Camarones, Langostas y Cangrejos de la Costa Este de México*, vol. I, ECONATURA/Conabio, pp. 119-201. (31)
- MEJÍA-ORTIZ, L.M., F. Alvarez, R. Román y J.A. Viccon-Pale, 2001, Fecundity and distribution of freshwater prawns of the genus *Macrobrachium* in the Huitzilapan River, Veracruz, Mexico, *Crustaceana* 74(1): 69-77.
- MORALES, A., 1987, *Estudio de los decápodos y estomatópodos de Isla Verde, Veracruz, México*, Secretaría de Marina, Dirección General de Oceanografía, Estación Veracruz, 78 pp. (6)
- RAY, J.P., 1974, *A study of the coral reef crustaceans (Decapoda and Stomatopoda) of two Gulf of Mexico reef systems: West Flower Garden, Texas and Isla de Lobos, Veracruz, Mexico*, Ph. D. Dissertation, Texas A&M University, College Station, 323 pp. (7)
- RAZ-GUZMAN, A. y A.J. Sánchez, 1992, Registros adicionales de cangrejos braquiuros (Crustacea: Brachyura) del sistema lagunar de Alvarado, Veracruz, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología 63(2): 273-277. (13)

- RAZ-GUZMAN, A. y A.J. Sánchez, 1996, *Catálogo ilustrado de cangrejos braquiuros (Crustacea) de la laguna de Tamiahua, Veracruz, México*, Instituto de Biología, UNAM, Cuadernos 31, 52 pp. (14)
- y L.A. Soto, 1992, *Catálogo ilustrado de cangrejos braquiuros y anomuros (Crustacea) de laguna de Alvarado, Veracruz, México*, Instituto de Biología, UNAM, Cuadernos 14, 51 pp. (15)
- REDDELL, J.R., 1981, A review of the cavernicole fauna of Mexico, Guatemala and Belize, *Bulletin of the Texas Memorial Museum*, The University of Texas at Austin 27: 1-327. (24)
- RICKNER, J.A., 1975, Note on members of the family Porcellanidae (Crustacea: Anomura) collected on the east coast of Mexico, *Proceedings of the Biological Society of Washington* 88: 159-166. (34)
- RODRÍGUEZ, G., 1982, Les crabes d'eau douce de Amérique, *Faune Tropicale* 22: 1-223. (19)
- , y H.H. Hobbs, Jr., 1989, Freshwater crabs associated with caves in southern Mexico and Belize, with descriptions of three new species (Crustacea: Decapoda), *Proceedings of the Biological Society of Washington* 102(2): 394-400. (20)
- RODRÍGUEZ-ALMARAZ, G. y J.C. Zavala-Flores, 2005, Cangrejos Ermitaños, en J.L. Hernández-Aguilera, J.A. Ruiz-Nuño, R.E. Toral y V. Arenas-Fuentes (eds.), *Camarones, Langostas y Cangrejos de la Costa Este de México*, vol. I, ECONATURA/Conabio, pp. 263-335. (35)
- ROJAS, Y., F. Alvarez y J.L. Villalobos, 1999, A new species of crayfish of the genus *Procambarus* (Crustacea: Decapoda: Cambaridae) from Veracruz, Mexico, *Proceedings of the Biological Society of Washington* 112(2): 396-404. (23)
- , 2000, A new species of crayfish (Decapoda: Cambaridae) from lake Catemaco, Veracruz, Mexico, *Proceedings of the Biological Society of Washington* 113(3): 792-798. (25)
- SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Carta Nacional Pesquera, 2004, *Diario Oficial*, México.
- VALERO, E., 2005, *Influencia de la densidad y distribución poblacional en la conducta del cangrejo fantasma (Ocyropode quadrata)*, tesis de maestría, Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, 73 pp.
- VÁZQUEZ-BADER, A.R. y A. Gracia, 1994, *Macroinvertebrados bénticos de la plataforma continental del suroeste del Golfo de México*, Instituto de Biología, UNAM, Publicaciones Especiales 12, 113 pp. (8)
- VILLALOBOS, A., 1955, *Cambarinos de la fauna mexicana (Crustacea: Decapoda)*, tesis, Facultad de Ciencias, UNAM, 290 pp. (21)
- , 1983, *Crayfishes of Mexico (Crustacea: Decapoda)*, Smithsonian Institution Libraries and the National Science Foundation, Washington, D.C., 276 pp. (22)
- VILLALOBOS, J.L., 2005, *Sistemática de los cangrejos de agua dulce de México, Tribu Pseudothelphusini Ortmann, 1897 (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Pseudothelphusidae). Análisis filogenético, biogeográfico y descripción de especies nuevas*, tesis doctoral, Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM, 394 pp.
- y F. Alvarez, 2003, Two new species of freshwater crabs of the genus *Tehuana* (Brachyura: Pseudothelphusidae) from southern Mexico, *Journal of Crustacean Biology* 23(1): 223-229.
- WHITE, R.B., 1982, *A study of the natantid decapod crustaceans collected from Enmedio reef, Veracruz, Mexico*, M. Sc. Thesis, Texas A&M University, College Station, 114 pp. (9)
- WICKSTEN, M.K., 2005a, Palaemonid Shrimps, en J.L. Hernández-Aguilera, J.A. Ruiz-Nuño, R.E. Toral y V. Arenas-Fuentes (eds.), *Camarones, Langostas y Cangrejos de la Costa Este de México*, vol. I, ECONATURA/Conabio, pp. 67-97. (29)

- , 2005b, Hippolytid Shrimps, en J.L. Hernández-Aguilera, J.A. Ruiz-Nuño, R.E. Toral y V. Arenas-Fuentes (eds.), *Camarones, Langostas y Cangrejos de la Costa Este de México*, vol. I, ECONATURA/Conabio, pp. 99-118. (30)
- WILLIAMS, A.B., 1993, Mud shrimps, Upogebiidae, from the western Atlantic (Crustacea: Decapoda; Thalassinidae), *Smithsonian Contributions to Zoology* 544: 1-77. (10)

Libélulas

(Insecta: Odonata)



Enrique González-Soriano
Rodolfo Novelo-Gutiérrez

INTRODUCCIÓN

El orden Odonata lo constituye un grupo de insectos acuáticos conocidos en México principalmente como libélulas o caballitos del diablo, entre un sinnúmero de nombres vernáculos que varían regional o localmente. Son insectos muy conspicuos por su tamaño, cuerpo esbelto y vuelo ágil, así como por sus colores brillantes y atractivos. Se les puede encontrar prácticamente en todas las regiones del mundo, exceptuando los polos. Son un grupo adaptado primariamente a condiciones cálidas, y su abundancia y diversidad disminuye con el incremento en la latitud y altitud (Corbet, 1999). Junto con las efímeras (orden Ephemeroptera), constituyen unas auténticas reliquias de faunas ancestrales. Sus ancestros se remontan a la era Paleozoica (*ca.* 300 millones de años). Las formas juveniles son conocidas comúnmente como ninfas, náyades o, de acuerdo con los estándares modernos, simplemente larvas. Éstas habitan en una amplia variedad de ambientes dulceacuícolas, como puede ser desde un

simple charco, un estanque, un pantano, un arroyo o un río, hasta hábitats muy especializados como en el caso del agua que se acumula en las bromeliáceas (Corbet, 1983; Srivastava *et al.*, 2005) o en huecos de árboles (Fincke, 1992) e, inclusive, en pozas rocosas dentro de cuevas (Hawking y Theischinger, 2004). Algunas especies habitan ambientes salobres (Needham *et al.*, 2000), mientras que sólo unas cuantas pueden ser semiterrestres o terrestres (Garrison y Muzón, 1995).

Las larvas y los adultos son carnívoros, se alimentan de cualquier invertebrado adecuado a su tamaño, por lo que se les ubica dentro del grupo funcional de depredadores generalistas (Cummins y Merritt, 1996). Gracias a esta particularidad, los odonatos son considerados insectos benéficos para el hombre, ya que, entre otras cosas, pueden ser útiles en el control de poblaciones de insectos nocivos a la salud humana, como es el caso de los mosquitos (Corbet, 1986). Los odonatos han sido utilizados intensamente como modelos para estudios de comportamiento reproductivo y territorial en casi todo

el mundo, en los últimos 25 años (Corbet, 1999). En México se han hecho importantes contribuciones en este campo, explorando el comportamiento de diversas familias, géneros y especies (González *et al.*, 1982; González y Verdugo, 1982, 1984; Novelo y González, 1984; Córdoba, 1992; González, 2001; González y Córdoba, 2003, 2005).

En lo que concierne a su clasificación taxonómica, tradicionalmente se venían considerando tres subórdenes: Zygoptera, Anisozygoptera y Anisoptera. Sin embargo, con el empleo de análisis cladísticos y técnicas de biología molecular más precisas, en fechas recientes algunos autores han propuesto una clasificación diferente, en el que consideran únicamente dos subórdenes, Zygoptera y Epiprocta, en donde este último está subdividido en los infraórdenes Epiophlebioptera y Anisoptera (Lohmann, 1996). Los representantes del suborden Zygoptera son organismos delicados, de vuelo más bien débil y sin diferencias entre el primero y segundo par de alas. En contraste, los Epiprocta, particularmente los Anisoptera, poseen individuos de cuerpo robusto y vuelo potente, así como una clara diferenciación en forma y venación entre las alas anteriores y posteriores. Por su parte, los Epiophlebioptera tienen un aspecto transicional entre cigópteros y anisópteros, ya que el cuerpo es robusto y las alas similares; son un grupo relictual con apenas dos especies asiáticas sobrevivientes de la era Mesozoica.

Los conteos más recientes arrojan una cifra de poco más de 5 574 especies de odonatos a nivel mundial (Schorr *et al.*, 1999 [actualizado 2005]), de las cuales 1 800 especies habitan en el continente americano (Garrison, 1991). Para México se han citado 342 especies (Paulson y González, 1994 [actualizado 2005]) y 202 especies para Veracruz (González-Soriano y Novelo-Gutiérrez, 1996; Paulson y González, *op. cit.*). En este trabajo, para el cálculo de los porcentajes, consideraremos la cifra de 344 especies para México que vendría a ser el dato más reciente.

DIVERSIDAD

Tomando como punto de partida el listado proporcionado por González y Novelo (1996) y Paulson y González (1994 [actualizado 2005]), y con base en nuestras recolectas e investigaciones recientes, ha habido un incremento moderado en el número de especies registradas para Veracruz, así como descripciones de nuevas especies y nuevos endemismos. De las originales 202 especies mencionadas por González y Novelo (*op. cit.*) se aumenta a 222 especies para el estado (apéndices VIII.21.1 y VIII.21.2), es decir un incremento neto de 20 especies, de las cuales siete corresponden a especies nuevas descritas en los últimos 12 años (cuadro 1), 10 a nuevos registros estatales (apéndice VIII.21.1), una especie omitida en aquel trabajo y aquí enmendada (ver abajo) y dos especies nuevas que aguardan su respectiva descripción (la suma da 21 especies en lugar de las 20 mencionadas, pero esto obedece a que la especie considerada como *Argia fissa* en realidad resultó una nueva especie, *A. anceps* [Garrison, 1996]). Conviene resaltar que el género *Argia* es el que aporta la mayor contribución en especies (27) que cualquier otro taxón de nivel genérico, lo cual equivale aproximadamente al 12 % del total veracruzano. Otra observación pertinente es que González y Novelo (1996) omitieron involuntariamente el registro de *Progomphus clendoni*, el cual sí es mencionado por González (1997) en su listado de los odonatos de la Sierra de Los Tuxtlas.

En lo que respecta a los endemismos, actualmente se tienen registradas 10 especies exclusivas para Veracruz (cuadro 2). Finalmente, en el cuadro 3 se da la relación de las 34 especies cuya descripción original se basó en material colectado en Veracruz. De los nuevos registros estatales cabe destacar los de aquellas especies que hemos colectado en años recientes y que habitan en el bosque mesófilo de montaña, las cuales se discuten en detalle más adelante.

CUADRO 1. Especies descritas del estado de Veracruz en los últimos 12 años.

ESPECIE	LOCALIDADES
<i>Lestes alfonsoi</i> González & Novelo, 2001	Huatusco, Laguna Sto. Domingo
<i>Argia anceps</i> Garrison, 1996	Xalapa, Córdoba, Fortín, Huatusco
<i>A. westfalli</i> Garrison ,1996	Orizaba, Matzinga, Tlilapan
<i>Coryphaeschna apeora</i> Paulson, 1994	Catemaco, Tecolutla
<i>Erpetogomphus agkistrodon</i> Garrison, 1994	Xalapa, Coatepec
<i>E. erici</i> Novelo, 1999	Tlapacoyan (El Muro)
<i>Brechmorhoga latialata</i> González, 1999	Teocelo (Puente Texolo)

CUADRO 2. Especies endémicas del estado de Veracruz.

ESPECIES	BIOMA
<i>Lestes alfonsoi</i> González & Novelo, 2001	BMM
<i>Heteragrion azulum</i> Dunkle, 1989	SAP
<i>Paraphlebia hyalina</i> Brauer 1871	BMM
<i>Epigomphus donnellyi</i> González & Cook, 1988	SAP
<i>Epigomphus sulcatystila</i> Donnelly, 1989	SAP
<i>Erpetogomphus agkistrodon</i> Garrison, 1994	BMM
<i>Erpetogomphus boa</i> Selys, 1859	BMM
<i>Erpetogomphus erici</i> Novelo & Garrison, 1999	BMM
<i>Erpetogomphus viperinus</i> Selys, 1868	BMM
* <i>Brechmorhoga latialata</i> González-Soriano, 1999	BMM

BMM: Bosque Mesófilo de Montaña; SAP: Selva Alta Perennifolia.
(*) Se conoce también de una sola localidad de la Sierra Norte de Hidalgo.

CUADRO 3. Especies cuya descripción original se basó en material colectado en Veracruz.

ESPECIE	LOCALIDADES
<i>Hetaerina infecta</i> Calvert, 1901	Presidio
<i>Heteragrion azulum</i> Dunkle, 1989	Los Tuxtlas
<i>Paraphlebia hyalina</i> Brauer, 1871	Xalapa
<i>Palaemnema paulicoba</i> Calvert, 1931	Córdoba
<i>P. paulitoiyaca</i> Calvert, 1931	Atoyac y Misantla
<i>Lestes alfonsoi</i> Gonzalez & Novelo, 2001	Huatusco
<i>Argia anceps</i> Garrison, 1996	Xalapa, Córdoba, Fortín, Huatusco
<i>A. cuprea</i> (Hagen, 1861)	Córdoba
<i>A. frequentula</i> Calvert, 1907	Atoyac y Misantla
<i>A. lacrimans</i> (Hagen, 1861)	Córdoba
<i>A. percellulata</i> Calvert, 1902	Atoyac
<i>A. ulmeca</i> Calvert, 1902	Atoyac y Chavalillo
<i>A. westfalli</i> Garrison, 1996	Orizaba, Matzinga y Tlilapan
<i>Coryphaeschna apeora</i> Paulson, 1994	Catemaco, Tecolutla
<i>Rhionaeschna jalapensis</i> (Williamson, 1908)	Xalapa
<i>Agriogomphus tumens</i> (Calvert, 1905)	Atoyac
<i>Aphylla angustifolia</i> Garrison, 1986	Catemaco
<i>Epigomphus donnellyi</i> González & Cook, 1988	Los Tuxtlas
<i>Epigomphus sulcatystila</i> Donnelly, 1989	Coyame, Los Tuxtlas
<i>Erpetogomphus agkistrodon</i> Garrison, 1994	Xalapa y Coatepec
<i>E. boa</i> Selys, 1859	Sólo se menciona “Veracruz”
<i>E. bothrops</i> Garrison, 1994	La Tinaja
<i>E. erici</i> Novelo, 1999	Tlapacoyan (El Muro)
<i>E. ophibolus</i> Calvert, 1905	Atoyac
<i>Phyllogomphoides duodentatus</i> Donnelly, 1979	Salto de Eyipantla, la Tinaja, Catemaco, T. Blanca, Puente Nal.
<i>Ph. pugnifer</i> Donnelly, 1979	Santiago Tuxtla, Huatusco
<i>Ph. suasus</i> (Selys, 1859)	Sólo se menciona “Veracruz”
<i>Progomphus mexicanus</i> Belle, 1973	San Andrés Tuxtla
<i>Brechmorhoga latialata</i> González, 1999	Teocelo (Puente Texolo)
<i>B. tepeaca</i> Calvert, 1908	Huatusco, Coatepec y Xico
<i>B. vivax</i> Calvert, 1906	Xalapa, Atoyac y Tuxtla
<i>Cannaphila vibex</i> (Hagen, 1861)	Córdoba
<i>Micrathyria dissocians</i> Calvert, 1906	Atoyac
<i>Tauriphila azteca</i> Calvert, 1906	Atoyac



FIGURAS 1-6. Especies del orden Odonata presentes en Veracruz: (De arriba a abajo, izquierda a derecha) 1. *Megaloprepus caerulatus*. La especie más grande del mundo de los odonatos actuales; se reproduce en el agua acumulada en huecos de árboles. Habita en la Sierra de Los Tuxtlas (Foto: E. González S.). 2. *Palaemnema desiderata*. Especie típica de arroyos sombreados de la selva lluviosa. Se distingue por reproducirse muy temprano en la mañana antes de la salida del sol (Foto: E. González S.). 3. *Libellula herculea*. Uno de los libelúlidos más robustos que habitan en Veracruz. Se reproduce en pozas que se forman en arroyos más o menos sombreados. Habitante típica del bosque de niebla (Foto: E. González S.). 4. *Progomphus clendoni*. Especie común en el estado; habita en arroyos rocosos, sus larvas se desarrollan en bancos de arena dentro del agua (Foto: R. Novelo). 5. *Anax junius*. Especie migratoria muy común a finales del verano y durante el otoño. Habitante característica de estanques y lagunas. Sus larvas son voraces depredadoras (Foto: E. González S.). 6. *Erythemis peruviana*. Destaca por el notable colorido brillante del abdomen que contrasta con el color oscuro del tórax. En Veracruz es muy común en estanques y lagunas con abundante vegetación acuática (Foto: E. González S.).

BIOGEOGRAFÍA

El estado de Veracruz se ubica en la Región Neotropical, Subregión Caribeña, Provincia del Golfo de México (Morrone, 2001). De manera preliminar, podemos decir que la integración de la fauna de Odonata de Veracruz tiene afinidades con elementos biogeográficos de origen Neotropical, Holártico y Neártico. A nivel genérico, la mayoría se ajusta a alguno de los patrones de dispersión propuestos por Halffter (1976, 1978, 1987) para la denominada Zona de Transición Mexicana: 1) Neotropical (con alrededor de 62 %) *Cora*, *Hetaerina*, *Archilestes*, *Perissolestes*, *Heteragrion*, *Mecistogaster*, *Palaemnema*, *Neoneura*, *Protoneura*, *Psaironeura*, *Acanthagrion*, *Argia*, *Chrysobasis*, *Leptobasis*, *Telebasis*, *Coryphaeschna*, *Remartinia*, *Rhionaeschna*, *Triacanthagyna*, *Agriogomphus*, *Aphylla*, *Archaeogomphus*, *Epigomphus*, *Phyllocycla*, *Phyllogomphoides*, *Progomphus*, *Anatya*, *Brachymesia*, *Brechmorhoga*, *Cannaphila*, *Dythemis*, *Elasmothemis*, *Erythemis*, *Erythrodiplax*, *Idiataphe*, *Macrothemis*, *Miathyria*, *Micrathyria*, *Nephepeltia*, *Orthemis*, *Perithemis*, *Planiplax*, *Tauriphila*; 2) Paleoamericano (10 %) *Leistes*, *Enallagma*, *Ischnura*, *Nehalennia*, *Aeshna*, *Libellula*, *Sympetrum*; 3) Neártico (1.5 %) *Cordulegaster*; y 4) Mesoamericano de Montaña (1.5 %) *Paraphlebia*; el grupo restante no se ajusta a ninguno de los patrones propuestos por dicho autor, correspondiendo a una distribución Circumtropical (6 %) *Anax*, *Gynacantha*, *Pantala*, *Tramea*; Relictual (1.5 %) *Amphipteryx* e indeterminada (17.5 %) *Megaloprepus*, *Pseudostigma*, *Apanisagrion*, *Hesperagrion*, *Neoerythromma*, *Oplonaeschna*, *Erpetogomphus*, *Macrodiplax*, *Pachydiplax*, *Paltothemis*, *Pseudoleon*, *Tholymis*. Como lo evidencian claramente las cifras, hay un marcado dominio de los elementos con afinidad neotropical, seguido por los elementos indeterminados. Dentro de estos últimos, podemos especular que *Pachydiplax* quizás tenga su origen en el norte de Norteamérica (EUA y Canadá), mientras que muy probablemente *Apani-*

sagrion, *Hesperagrion*, *Neoerythromma*, *Oplonaeschna*, *Erpetogomphus*, *Paltothemis* y *Pseudoleon* tengan su origen en México pero con afinidad a elementos antiguos norteamericanos. Asimismo, es posible que *Megaloprepus* y *Pseudostigma* tengan su origen en Centroamérica con una clara afinidad sudamericana. En cuanto a *Argia*, el género neotropical más diverso, es probable que 24 de las 27 especies que habitan en Veracruz se hayan originado en la Zona de Transición Mexicana (ZTM) (*sensu* Halffter, 1976), mientras que las restantes (*A. chelata*, *A. indicatrix*, *A. oculata*) extienden su distribución desde Sudamérica. Tal vez dicha mayoría de especies se haya originado en México por procesos de vicarianza, siendo Centro y Sudamérica otros centros de diversificación para el género (Pritchard, 1982). Quizás el ejemplo más claro lo proporcionan las especies *Argia funcki* y *A. lugens*. Ambas especies son notables por su gigantismo con relación a la mayoría de las especies de *Argia*, siendo las únicas integrantes del primitivo subgénero *Hyponeura*; se les encuentra ampliamente distribuidas en México, alcanzando el oeste y el sur de Estados Unidos (*A. lugens*) y Guatemala (*A. funcki*).

DISTRIBUCIÓN

El estado de Veracruz parece ser el límite septentrional de varias especies o inclusive familias de odonatos neotropicales que penetran por el oriente a territorio mexicano, siguiendo las tierras bajas de Tabasco y Veracruz. Como ejemplos tenemos a las familias Polythoridae y Perilestidae cuyos límites norteros parecen ser la región de Córdoba-Orizaba para el caso de *Cora marina*, y la región de Los Tuxtlas para el caso de *Perissolestes magdaleneae*, respectivamente. Asimismo, el género *Heteragrion* parece alcanzar su límite norte en Veracruz, ya que por ejemplo, no se han recolectado ejemplares del mismo en la región de la Huasteca en el estado de San Luis Potosí, en donde, dada la presencia de bos-

que tropical debería ocurrir. Un hecho significativo, pero que aún no podemos explicar, es que algunas especies parecen limitar su distribución tanto al norte como al sur del estado. En el primer caso tenemos a *Argia rhoadsi* y, particularmente, a *Dythemis nigrescens* y *Phyllogomphoides albrighti* que sólo se encuentran hacia la porción norte del estado. Por otro lado, *Erythemis simplicicollis* (especie de muy amplia distribución en México), *Erythrodiplax andagoya* y *Micrathyria debilis* parecen ocurrir sólo al sur del estado.

IMPORTANCIA

Dejando de lado el periodo histórico relativamente lejano del trabajo de Calvert (1901-1908) de *Biologia Centrali Americana*, las primeras colectas sistematizadas de la era moderna se iniciaron alrededor del año de 1975 y fueron la base para un tema de tesis profesional (González, 1977). Desde entonces a la fecha, se ha venido colectando material de manera más o menos frecuente en Veracruz, por lo que en conjunto se tiene un periodo de 30 años de exploración. Sin lugar a dudas el área mejor muestreada y más conocida para los odonatos en el estado es la de Los Tuxtlas, ubicada en la planicie del Golfo de México al sur del estado entre los 18° 05' y 18° 45' de latitud norte y 94° 35' y 95° 30' de longitud oeste. En dicha área se ha reportado un total de 134 especies (González, 1997; González, datos no publicados) que corresponden alrededor del 61 % de las especies registradas para esta entidad federativa. Por tanto, y sin temor a equivocarnos, podemos afirmar que la selva tropical lluviosa es el bioma mejor conocido para los odonatos en Veracruz.

Por otra parte, quizás el segundo lugar lo ocupe el bosque mesófilo de montaña, principalmente aquel que se distribuye en fragmentos por la zona de las montañas del centro del estado (aproximadamente entre las coordenadas 18° 57' – 19° 57' N y 97° 01' – 97° 12' O), con alrededor de 66 especies.

Esta cifra representaría casi el 30 % del total estatal y el 19 % del total nacional, lo cual evidencia la importancia de este bioma para la diversidad de odonatos, sobre todo si tomamos en cuenta la superficie que cubre este tipo de bosque en todo el país: del 0.5 al 0.87 % del territorio de México (Leopold, 1950; Flores *et al.*, 1971, citados por Rzedowski, 1978). Williams (com. pers.) señala que para el año 2000 quedaban alrededor de 128 285 hectáreas de bosque de niebla en Veracruz, lo que representa algo así como el 8.18 % del total nacional. Además, este es el ecosistema que sustenta la mayor cantidad de endemismos de odonatos en Veracruz, y de donde provienen las descripciones más recientes de especies nuevas (cuadro 2).

Definitivamente la porción estatal menos muestreada es la norteña y la que en el futuro deberá tener mayor atención. No cabe duda que de esta zona habrán de surgir registros interesantes y probablemente nuevas especies. Un indicio de lo anterior es el hallazgo reciente de los gónfidos *Phyllogomphoides albrighti*, *Agriogomphus tumens* y *Archagomphus furcatus* en las cercanías de la ciudad de Martínez de la Torre (Novelo, datos no publicados). En el caso de la primera especie es el registro más sureño de su distribución conocida, en el segundo corresponde al registro más norteño del estado y del país, y para la tercera representa el primer registro veracruzano.

La diversidad de odonatos veracruzanos es muy elevada y representa actualmente alrededor del 64 % del total nacional, calculada en 344 especies descritas. Una muestra de la riqueza del estado lo podemos ilustrar con los siguientes ejemplos: nueve de las 11 especies de Lestidae que se encuentran en México se presentan en Veracruz, con excepción de *Archilestes californicus* y *Lestes simplex*. Además, todas las especies de Megapodagrionidae y Pseudostigmatidae registradas para el país están representadas en dicha entidad federativa. Adicionalmente, las únicas especies de Polythoridae (*Cora marina*) y Perilestidae (*Perissolestes magdalenae*), se encuentran

en Veracruz. Los únicos estados que en el futuro podrían superar esta cifra son Chiapas y Oaxaca. Dada esta importante riqueza biológica, resulta urgente el establecimiento de programas que fomenten la conservación y restauración de los diferentes hábitats donde se reproducen las libélulas. El incremento en la tasa de deterioro ambiental, tal como la contaminación de ríos y arroyos por las industrias y los desechos domésticos sin control, la alarmante deforestación para abrirle espacios a la ganadería y a la agricultura, la extracción de madera y la desecación de humedales, sin duda ocasionará una merma en la biodiversidad de odonatos a corto y mediano plazo.

Los grupos más vulnerables son aquellos cuyas especies tienen ciclos de vida largos como larvas (*e.g.*, Gomphidae y Cordulegastridae), los que tienen especies con densidad de población baja (Amphipterygidae, algunos Gomphidae), las especies cuyos adultos se reproducen de una manera marcadamente estacional (Polythoridae, Platystictidae), las que viven en arroyos sombreados (*Cora* [Polythoridae], *Heteragrion* [Megapodagrionidae], *Palaemnema* [Platystictidae], *Perissolestes* [Perilestidae], *Agriogomphus*, *Epigomphus* [Gomphidae]), las que se reproducen en epifitas o en huecos de árboles llenos de agua (Pseudostigmatidae) y en escurrideros sombreados (*Paraphlebia*, algunas especies de *Argia*). Aunado a lo anterior, es menester resaltar la importante contribución a la diversidad del estado que tiene el bosque mesófilo de montaña dado el carácter único de los ensamblajes de odonatos que se han establecido en este bioma, en virtud del recambio de especies (diversidad beta) con relación a las tierras bajas y cálidas adyacentes. Dado lo reducido de su presencia, la conservación del bosque mesófilo de montaña deberá ser prioridad estatal y nacional.

La razón primordial para la conservación de este grupo de insectos radica en la importancia que tiene en la naturaleza, ya que funcionalmente actúan como depredadores, manteniendo a raya poblaciones de un sinnúmero de invertebrados entre las que

destacan las especies nocivas al hombre como mosquitos, jejenes, chaquistes y tábanos, entre otros. Además, dado que son un grupo bien conocido taxonómicamente, se están utilizando como modelos para analizar los componentes alfa, beta y gamma de la diversidad en sistemas acuáticos (*e.g.*, Louton *et al.*, 1996). Asimismo, ahora que se ha alcanzado un conocimiento aceptable de los estados inmaduros (larvas), éstos pueden ser utilizados como bioindicadores en programas de monitoreo de calidad ambiental en distintos cuerpos de agua.

COMENTARIOS PARTICULARES SOBRE ESPECIES SELECTAS

Amphipteryx agrioides

Pertenece a una familia relictual (Amphipterygidae) cuya distribución actual es fragmentaria; el género hermano más cercano (*Devadatta*) habita en la Región Oriental. Es una especie muy vulnerable ya que habita en un ecosistema notoriamente fragmentado y sujeto a una fuerte presión por las actividades humanas como lo es el bosque mesófilo de montaña, sus poblaciones son muy bajas y su actividad reproductiva es marcadamente estacional (en verano). En Veracruz sólo se ha encontrado en el municipio de Tlapacoyan, en la localidad conocida como El Muro. Por estos motivos, consideramos que esta especie debería incluirse en el libro rojo de especies en peligro de extinción.

Lestes alfonsoi

De las seis especies del género que habitan en México, cinco de ellas ocurren en Veracruz (cuadro 1). Aunque este no es el primer reporte, es la especie más recientemente descubierta del género (González y Novelo, 2001) y sólo se conoce de la localidad tipo en Huatusco. Es probable que habite en otras

áreas del estado donde exista bosque mesófilo, pero hace falta más trabajo de recolecta.

Heteragrion tricellulare

Es la única especie del género en México que sube por las montañas a altitudes medias. Su ubicación en Huatusco y en Tlapacoyan (Ixtatavia) constituyen los primeros registros con localidad específica para Veracruz y, en el caso de Tlapacoyan, el segundo más norteño para el país, ya que sólo se ha reportado para Chiapas y Oaxaca, y de la Laguna de Atezca en Hidalgo (Novelo-Gutiérrez, 1987). Existe el dato de su presencia también en Guerrero (González, datos no publ.).

Palaemnema paucicaxa

Desde su descripción original (Calvert, 1931), éste es el segundo registro formal con localidad específica publicado y el primero para Veracruz (Teocelo y Tlapacoyan). Anteriormente sólo se conocía de la localidad tipo, Necaxa, en el estado de Puebla. Los individuos de esta especie habitan en pequeños arroyos densamente sombreados, en poblaciones bajas, son fuertemente estacionales y se reproducen en verano.

Argia chelata

Conocida previamente en México sólo de los estados de Chiapas y Oaxaca, constituye este el primer registro para Veracruz y el más norteño del país. Al parecer es una especie rara y estacional. Se colectaron larvas de último estadio que emergieron a finales del mes de mayo en el municipio de Coatepec (Consolapa).

Brechmorhoga latialata

Esta especie, perteneciente a un género netamente neotropical, fue descrita recientemente (González, 1999) con material procedente de las inmediaciones de Teocelo. Vive en pequeños arroyos sombreados que corren por el bosque mesófilo de montaña del área. Aunque no es endémica de Veracruz (colectada también del bosque mesófilo de Hidalgo) sí parece estar restringida a esta porción montañosa de la Sierra Madre Oriental que comprende los estados de Veracruz, Hidalgo y muy probablemente la Sierra Norte de Puebla.

El resto de los nuevos registros estatales corresponde a especies que habitan en otros ecosistemas diferentes al bosque mesófilo de montaña, y que comentamos a continuación.

Ischnura posita

La subespecie aquí reportada corresponde a *I. p. acicularis* la cual sólo se había registrado en México del estado de Quintana Roo (Novelo *et al.*, 1988). En Veracruz se le encontró al sur del estado en el poblado de Almagres (150 msnm) en el municipio de Sayula, habitando en una laguna. Es muy probable que su distribución en el estado y en el país sea más amplia. Habita en selvas tropicales.

Rhionaeschna multicolor

Es una especie muy común en Norteamérica, se le encuentra desde el nivel de mar hasta los 2 650 msnm (von Ellenrieder, 2003). En México suele habitar en tierras altas. Este primer registro para Veracruz procede de la localidad de Las Vigas de Ramírez, de la reserva ecológica San Juan del Monte (2 420 msnm), en bosque de coníferas.

Archaeogomphus furcatus

En México sólo se conocía de los estados de Chiapas y San Luis Potosí. Es uno de los miembros más pequeños de la familia Gomphidae que habitan en nuestro país. Es una especie rara, cuyos adultos se encuentran en la vegetación contigua a los arroyos. Este primer registro de Veracruz procede de la localidad de Ixtacuaco (100 msnm) en el municipio de Tlapacoyan, muy cercana a los límites con Martínez de la Torre. Habita en selvas tropicales lluviosas.

Phyllogomphoides albrighti

Esta especie sólo se había reportado de los estados de Nuevo León, Tamaulipas y San Luis Potosí. Este es el primer registro para Veracruz y la localidad de Martínez de la Torre representa el registro más sureño para la especie.

Elasmothermis canna-crioides

Los ejemplares referidos a la fecha como *E. canna-crioides* para Veracruz (González y Novelo, 1996; González, 1997) se trataban en realidad de una especie recientemente descrita que también ha sido encontrada en Belice y Costa Rica (González y Novelo, 2006). En al menos una de las localidades de Belice, *Elasmothermis aliciae* ha sido encontrada coexistiendo con su especie hermana *E. canna-crioides*. Recolectas recientes en la región de Los Tuxtlas en donde la nueva especie fue encontrada, dieron como resultado la captura de dos machos del verdadero *E. canna-crioides* para la región, lo que representa por lo tanto, el primer registro confirmado de esta especie para el estado. Ambas especies habitan en el bosque tropical lluvioso.

Micrathyria sp.

Se han colectado varios individuos de esta especie relacionada al “grupo de *M. didyma*”; todo parece indicar que corresponden a un nuevo taxón específico. Esta misma especie ha sido recolectada en otros estados de México como Jalisco, Michoacán, Morelos (E. González, datos no publicados), así como en Hidalgo y Guanajuato (R. Novelo, datos no publicados) por lo que no es una especie restringida a Veracruz.

Orthemis discolor

Esta especie permaneció mucho tiempo como especie “críptica” de la muy común y abundante *O. ferruginea* hasta que De Marmels (1988), Donnelly (1995) y Paulson (1998) establecieron los atributos para separarlas. Por tal razón, muchos de los registros de *O. ferruginea* de Veracruz y de México corresponden en realidad a *O. discolor*, la cual también es común y abundante. Aunque Donnelly (1995) y Paulson (1998) citan a esta especie para Veracruz, consideramos importante señalarla en este apartado dada su amplia distribución en el estado y la ausencia de registro en la literatura especializada mexicana. Es una habitante típica de charcos y estanques y que en muchas localidades coexiste con su especie hermana *O. ferruginea*.

AGRADECIMIENTOS. Esta recopilación no hubiera sido posible sin la ayuda desinteresada de varias personas. Queremos agradecer a la doctora Leonor Oñate Ocaña por su invaluable ayuda en la recopilación de las localidades estatales. A los doctores R.W. Garrison (Azusa), S.W. Dunkle (Tucson), O.S. Flint (USNM) D.R. Paulson (Tacoma), T.W. Donnelly (Binghamton) y Mr. Carl Cook (Kentucky) por haber compartido sus registros y localidades correspondientes al estado. En especial al

doctor Paulson por sus comentarios y adiciones a los listados preliminares. A la doctora Guadalupe Williams (Inecol) por la información sobre la extensión del bosque mesófilo de montaña. Al M. en C. José Antonio Gómez Anaya (INECOL) por la colecta de especímenes de *Ischnura posita acicularis* y el uso de este registro. A todos los estudiantes que durante el transcurso de todos estos años compartieron el sudor y el pan con nosotros.

LITERATURA CITADA

- CALVERT, P.P., 1901-1908, Odonata, en *Biologia Centrali Americana*, vol. 50, Neuroptera, R.A. Porter, Dulau & Co., Londres, 420 pp.
- , 1931, The generic characters and the species of *Palaemnema* (Odonata: Agrionidae), *Transactions of the American Entomological Society* 57: 1-111+21 Lám.
- CORBET, P.S., 1983, Odonata in phytotelmata, en J.H. Frank y L.P. Lounibos (eds.), *Phytotelmata: terrestrial plants as hosts for aquatic insects communities*, Plexus, Marlton, New Jersey, pp. 29-54.
- , 1986, Using dragonflies to suppress mosquitoes in domestic water-storage containers, *Waterline* 4(3): 10-11.
- , 1999, *Dragonflies. Behavior and ecology of Odonata*, Comstock Publishers Associates, Nueva York, 829 pp.
- CÓRDOBA-AGUILAR, A., 1992, Comportamiento reproductivo y policromatismo en *Ischnura denticollis* Burmeister (Zygoptera: Coenagrionidae), *Bulletin of American Odonatology* 1(3): 57-64.
- CUMMINS, K.W. y R.W. Merritt, 1996, Ecology and distribution of aquatic insects, en Merritt, R.W. y Cummins, K.W (eds.), *An introduction to the aquatic insects of North America*, Kendall/Hunt Publishing Company, Iowa, pp. 74-86.
- DE MARMELS, J., 1988, Odonata del Estado de Táchira, *Revista Científica UNET* 2: 91-111.
- DONNELLY, N., 1995, *Orthemis ferruginea* – an adventure in Caribbean biogeography, *Argia* 7(4): 9-12.
- FINCKE, O.M., 1992, Interespecific competition for treeholes: consequences for mating systems and coexistence in neotropical damselflies, *American Naturalist* 139: 80-101.
- FLORES, M.G., J. Jiménez, X. Madrigal, F. Moncayo y F. Takaki, 1971, *Memoria del mapa de tipos de vegetación de la República Mexicana*, Secretaría de Recursos Hidráulicos, México, 59 pp.
- GARRISON, R.W., 1991, A synonymic list of the New World Odonata, *Argia* 3(2): 1-30.
- , 1996, A synopsis of the *Argia fissa* group, with descriptions of two new species, *A. anceps* sp.n. and *A. westfalli* sp. n. (Zygoptera: Coenagrionidae), *Odonatologica* 25(1): 31-47.
- GARRISON, R.W. y J. Muzón, 1995, Collecting down at the other 'down under', *Argia* 7(3): 23-26.
- GÓMEZ POMPA, A. y L.I. Nevling, 1970, La Flora de Veracruz, *Anales Instituto de Biología UNAM* 41, Serie Botánica 1: 1-2.
- GONZÁLEZ-SORIANO, E., 1977, *Contribución al estudio de la Subfamilia Libellulinae (Odonata: Libellulidae) del estado de Veracruz*, tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, 165 pp.
- , 1997, Odonata, en E. González-Soriano, R. Dirzo, y R. Vogt (eds.), *Historia Natural de Los Tuxtlas*, UNAM, pp. 245-255.
- , 1999, *Brechmorhoga latialata* spec. nov., from Mexico (Odonata: Libellulidae), *Odonatologica* 28(1): 83-86.
- , 2001, An unusual male aggregation in the Odonata: an aerial mating swarm in *Protoneura cara* Calvert and notes on other Mexican Protoneuridae (Zygoptera), *Odonatologica* 30(3): 335-340.
- GONZÁLEZ-SORIANO, E. y A. Córdoba-Aguilar, 2003, Sexual behaviour in *Paraphlebia quinta* Calvert (Odonata: Megapodagrionidae): male dimorphism and a possible example of odonate female control, *Odonatologica* 32(4): 345-353.

- , 2005, Male behaviour in the male dimorphic damselfly *Paraphlebia quinta* Calvert (Odonata: Megapodagrionidae), *Odonatologica* 34(4): 379-385.
- GONZÁLEZ-SORIANO, E. y R. Novelo-Gutiérrez, 1996, Odonata, en J. Llorente-Bousquets, A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*, UNAM, pp. 147-167.
- , 2001, *Lestes alfonsoi* spec. nov., a new damselfly from Mexico (Zygoptera: Lestidae), *Odonatologica* 30(4): 441-444.
- , 2006, *Elasmotheremis aliciae* spec. nov., a new dragonfly from Mexico, Belice and Costa Rica with a description of its larva, and a key to the known larvae (Odonata: Libellulidae), *Odonatologica* 35(3): 243-253.
- GONZÁLEZ-SORIANO, E., R. Novelo-Gutiérrez y M. Verdugo-Garza, 1982, Reproductive behavior of *Palaemnema desiderata* Selys, *Advances in Odonatology* 1: 55-62.
- GONZÁLEZ-SORIANO, E. y M. Verdugo-Garza, 1982, Studies on neotropical Odonata: the adult behavior of *Heteragrion alienum* Williamson (Odonata: Megapodagrionidae), *Folia Entomológica Mexicana*: 52: 3-15.
- , 1984, Estudios en odonatos neotropicales II: Notas sobre el comportamiento reproductivo de *Cora marina* Selys (Odonata: Polythoridae), *Folia Entomológica Mexicana* 62: 3-15.
- HALFFTER, G., 1976, Distribución de los insectos en la Zona de Transición Mexicana. Relaciones con la entomofauna de Norteamérica, *Folia Entomológica Mexicana* 35: 1-64.
- , 1978, Un nuevo patrón de dispersión en la Zona de Transición Mexicana: el Mesoamericano de Montaña, *Folia Entomológica Mexicana* 39-40: 219-222.
- , 1987 Biogeography of the montane entomofauna of Mexico and Central America, *Annual Review of Entomology* 32: 95-114.
- HAWKING, J.H. y G. Theischinger, 2004, Critical species of Odonata in Australia, *International Journal of Odonatology* 7(2): 113-132.
- LEOPOLD, A.S., 1950, Vegetation zones of Mexico, *Ecology* 31: 507-518.
- LOHMANN, H., 1996, Das phylogenetische System der Anisoptera (Odonata). *Entomologische Zeitschrift*, Essen 106(6): 209-252 and (7): 253-266. English summary in *Odonatological Abstracts* (11005), *Odonatologica* 26(1), 1997.
- LOUTON, J.A., R.W. Garrison y O.S. Flint, 1996, The Odonata of Parque Nacional Manu, Madre de Dios, Peru: natural history, species richness and comparisons with other Peruvian sites, en D.E. Wilson y A. Sandoval (eds.), *Manu, the biodiversity of southeastern Peru*, Smithsonian Institution, Washington D.C., pp. 431-449.
- MORRONE, J.J., 2001, *Biogeografía de América Latina y el Caribe*, M&T -Manuales & Tesis SEA, vol. 3, Zaragoza, 148 pp.
- NEEDHAM, J.G., M.J. Westfall y M.L. May, 2000, *Dragonflies of North America*, Scientific Publishers, Gainesville, 940 pp.
- NOVELO-GUTIÉRREZ, R., 1987, Las náyades de *Heteragrion albifrons*, *H. alienum* y *H. tricellulare* (Odonata: Megapodagrionidae); su descripción y hábitos, *Folia Entomológica Mexicana* 73: 11-22.
- NOVELO-GUTIÉRREZ, R., O. Canul-González y J. Caamal-Mex, 1988, Los odonatos del estado de Quintana Roo, México (Insecta: Odonata), *Folia Entomológica Mexicana* 74: 13-68.
- NOVELO-GUTIÉRREZ, R. y E. González-Soriano, 1984, Reproductive behavior in *Orthemis ferruginea* (Fab.) (Odonata: Libellulidae), *Folia Entomológica Mexicana* 59: 11-24.
- PAULSON, D.R., 1998, The distribution and relative abundance of the sibling species *Orthemis ferruginea* (Fabricius, 1775) and *O. discolor* (Burmeister, 1839) in North and Middle America (Anisoptera: Libellulidae), *International Journal of Odonatology* 1(1): 89-93.

- PAULSON, D.R. y E. González-Soriano, 1994 [actualizado a 2005], *Odonata of Mexico by state*, Slater Museum of Natural History, University of Puget Sound, Tacoma, Washington, USA, Accesible en internet: (<http://www.ups.edu/x6530.xml>).
- PRITCHARD, G., 1982, Life-history strategies in dragonflies and the colonization of North America by the genus *Argia* (Odonata: Coenagrionidae), *Advances in Odonatology* 1: 227-241.
- RZEDOWSKI, J., 1978, *Vegetación de México*, Limusa, México, 432 pp.
- SCHORR, M., M. Lindeboom y D.R. Paulson, 1999 [actualizado a 2005], *World Odonata List*, Slater Museum of Natural History, University of Puget Sound, Tacoma, Washington, USA, Accesible en internet: (<http://www.ups.edu/x6140.xml>).
- SRIVASTAVA, D.S., M.C. Melnychuk y J.T. Ngai, 2005, Landscape variation in the larval density of a bromeliad-dwelling zygopteran, *Mecistogaster modesta* (Odonata: Pseudostigmatidae), *International Journal of Odonatology* 8(1): 67-79.
- VON ELLENRIEDER, N., 2003, A synopsis of the neotropical species of 'Aeshna' Fabricius: The genus *Rhionaeschna* Förster (Odonata: Aeshnidae), *Tijdschrift voor Entomologie* 146: 67-207.

Trips (Insecta: Thysanoptera)



Roberto M. Johansen-Naime
Áurea Mojica-Guzmán

INTRODUCCIÓN

La historia entomológica específica de los tisanópteros del estado de Veracruz (y de México) comenzó en diciembre de 1857, cuando Godman y Salvin recolectaron los holotipos de *Elaphrothrips longiceps* y *Docessissophothrips ampliceps*, en Orizaba, Veracruz; estas dos especies serían descritas posteriormente por Bagnall (1908). Sin embargo, hay que recordar que el género *Thrips* fue descrito por Linneo en 1758; mientras que Haliday en 1836 creó el Orden Thysanoptera con sus dos subórdenes Terebrantia y Tubulifera, creando además géneros como *Aeolothrips*, *Chirothrips* y *Heliothrips*. La revisión bibliográfica pertinente y completa de los tisanópteros de México (incluye al estado de Veracruz) puede verse en Johansen y Mojica (1996).

Las 183 especies veracruzanas conocidas hasta ahora, representan un cúmulo real de conocimiento, resultante en muchos casos de buenos y sistemáticos métodos de muestreo. De casi todas las especies presentadas en este capítulo, existe ya un

comienzo de conocimiento ecológico y hasta conductual, pero en este aspecto hay mucho que hacer. Con respecto a lo que se puede llamar especies raras, sólo hay el caso de *Docessissophothrips ampliceps* Bagnall, misma que sólo se conoce desde su descripción original por un solo ejemplar hembra.

DESCRIPCIÓN

De acuerdo con Johansen y Mojica (1996, 1997b y 1999b), los trips están entre los insectos alados más pequeños, su longitud varía entre 0.3 y 14 mm, lo que los clasifica como microcósmicos, siendo necesario para su observación y estudio la ayuda de microscopios de varios tipos. Comúnmente son de color amarillo, a castaño oscuro o negro. La cabeza es de forma generalmente cuadrangular con un par de ojos compuestos; presentan en el vertex tres ocelos en las formas aladas, pero en las formas ápteras no están presentes. Tienen un par de antenas compuestas por cuatro a nueve segmentos, aunque

generalmente poseen entre siete y ocho. Estas antenas se encuentran articuladas en la parte frontal de la cabeza, frente a los ojos compuestos. Las partes bucales de los trips están adaptadas para picar y succionar. Ciertas estructuras se han modificado como estiletes: uno mandibular izquierdo y dos maxilares, localizados dentro de un cono corto, el cual se proyecta hacia abajo de la superficie ventral de la cabeza (opistognato). La mayoría de las especies obtienen su alimento penetrando los tejidos vivos de las plantas, mediante sus partes bucales picadoras y absorbiendo el contenido celular; en el caso de los depredadores y parasitoides absorben hemolinfa y problememente tejidos (Johansen, 1983b; Johansen y Mojica, 1997a y 2006).

El tórax anterior es un segmento libre y diferente, mientras que el tórax medio y posterior están unidos; en él se articulan las alas. Las patas están constituidas por las partes usuales de los insectos, excepto los tarsos que presentan características especiales. Éstos están formados por uno o dos segmentos y las uñas pueden ser pareadas o simples. Presentan una vesícula inflable asociada con la extremidad de los tarsos; esta vesícula se encuentra retraída e invisible durante el descanso, pero emerge por medio de la presión de la sangre y capacita al insecto para caminar sobre casi todo tipo de superficie (este carácter es uno de los que definen a los trips). Las alas son membranosas, angostas y presentan pocas venas o estar ausentes; raramente presentan venas transversales. Cuando están desarrolladas, las alas de los trips se caracterizan por llevar un fleco marginal de pelos, de donde se deriva el nombre del Orden (del griego *thysanos*: fleco, pterón: ala), a estos trips se les llama macrópteros, mientras que hay especies con alas reducidas (braquípteros y micrópteros), y también desprovistos de ellas (ápteros). El abdomen es alargado, compuesto por 10 segmentos bien desarrollados; el segmento XI es rudimentario. El Orden se divide en dos Subórdenes: Terebrantia, cuyo nombre se deriva de la presencia de un ovipositor en forma de terebra o sierra en las hembras (en los machos, el noveno segmento pre-

senta un par de apéndices colocados en el extremo de un edeago o falo oculto). En el Suborden Tubulifera las hembras carecen de ovipositor y presentan el décimo segmento abdominal en forma de tubo; los machos carecen de genitales externos y el segmento X, al igual que en las hembras, es tubular.

BIOLOGÍA

La reproducción en los trips es principalmente por unión bisexual, aunque la partenogénesis es también frecuente, debido a que existen especies en las que no se conocen los machos. En el apareamiento, el macho trepa al dorso de la hembra y la sujeta por el tórax medio, luego se desliza hacia atrás y tuerce el abdomen por debajo del de la hembra para la copulación. Los machos son promiscuos o sea que pueden aparearse sucesivamente con varias hembras. Los trips presentan cuatro estados de desarrollo postembrionario: huevo, larva (dos estadios), pupa (dos estadios en los Terebrantia y tres en los Tubulifera) y adulto.

Huevo

Todas las hembras de trips son ovíparas, aunque también ocurre la ovoviviparidad en algunas especies. Los huevos de los tisanópteros son relativamente grandes en relación al tamaño de la hembra. En los trips Terebrantia, los huevos son puestos, dentro del tejido de la planta de la cual se está alimentando la hembra. Los huevos de los terebrancios son generalmente en forma de frijol, lisos y con un corion poco desarrollado de color claro. En los Tubulifera los huevos son usualmente puestos y pegados con un cemento sobre las hojas u otra superficie de la planta donde la hembra suele alimentarse; los huevos de este Suborden son frecuentemente alargados (en forma de salchicha) y ornamentados con reticulación hexagonal.

Larva

Durante el desarrollo de los trips, hay dos estadios larvales. Estas larvas ingieren todo el alimento necesario para su desarrollo hasta la forma adulta.

Pupa

Durante el estado pupal los trips no se alimentan. Entre los Terebrantia hay comúnmente dos estadios pupales: la prepupa, cuyas antenas son cortas y posicionadas hacia adelante de la cabeza, y los sacos alares son moderadamente cortos y colocados a los lados del cuerpo; mientras que la pupa, se caracteriza porque las antenas están colocadas dorsalmente sobre la cabeza y los sacos alares son más largos.

En los tubulíferos hay tres estadios pupales: primipupa, prepupa y pupa. En el primer estadio, las antenas se proyectan de la cabeza lateralmente y las patas son muy cortas; en la prepupa, las antenas se colocan longitudinalmente a los lados de la cabeza y los sacos alares se presentan a lo largo y lateralmente al cuerpo; en la pupa las antenas son alargadas y los sacos alares se colocan sobre el abdomen. El imago se forma en este estadio.

Las larvas y las pupas de los trips carecen de ocelos. Las pupas se desarrollan frecuentemente en capullos tejidos por el segundo estadio larval (*Aeolothripidae* y *Heterothripidae*), o sobre hojas y aun en el suelo (*Thripidae*). La pupación en los tubulíferos ocurre en o cerca del sustrato de donde se alimentó la larva.

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN

De acuerdo con Johansen y Mojica (1996), en México se conocen alrededor de 600 especies de tisanópteros; entonces si del estado de Veracruz conocemos 183 especies, esta cantidad representaría el 30.5 % del total nacional (cuadro 1). Dos ejem-

plos entre el total nacional y el veracruzano: género *Frankliniella* 148 spp. total nacional (91.1 % del total mundial), 35 especies veracruzanas (23.6 % del total nacional); género *Elaphrothrips* 43 spp. total nacional (61 % del total en el Continente Americano); 21 spp. veracruzanas (48.8 % del total nacional).

CUADRO 1. Número de géneros y especies de Thysanoptera presentes en Veracruz indicando las principales regiones fisiográficas reconocidas en este estudio.

REGIÓN	TEREBRANTIA		TUBULIFERA	
Sierra Madre Oriental	61	46.5 %	70	53.4 %
Planicie Costera del Golfo	23	50 %	23	50 %
Eje Volcánico Transversal	64	56.6 %	49	43.3 %
Núm. de géneros	39		32	
Núm. de especies	93		90	
Géneros en Veracruz	62			
Especies en Veracruz	183			

Para los fines del presente trabajo, nosotros reconocemos tres regiones o provincias fisiográficas en el estado de Veracruz, a saber: Sierra Madre Oriental (SMO) (que se continúa en el estado de Oaxaca mediante las sierras de Zongolica y Tuxtepec), Eje Volcánico Transversal (EV) y Planicie Costera del Golfo de México (PL) (véase apéndice VIII.22). La distribución vertical oscila desde el nivel del mar, casi donde rompen las olas (*Aeolothrips bicolor* Hinds y *Bregmatothrips venustus* Hood), hasta la cota máxima de 4 200 msnm, en el Volcán Cofre de Perote (*Frankliniella simplex* Priesner).

IMPORTANCIA

La importancia de los tisanópteros en el estado de Veracruz, puede derivarse en dos niveles principales: ecosistemas naturales y agroecosistemas. En los ecosistemas naturales, de acuerdo con Mojica y Johansen (1990), pueden ser micófagos (hifas y

productos del metabolismo del hongo) en hojarasca de bosques y subcorticales, sobre hongos y líquenes (géneros *Adraneothrips*, *Hoplothrips* y *Hoplandrothrips*), así como los comedores de esporas de hongos saprofitos en hojarasca seca (géneros *Cryptothrips*, *Elaphrothrips*, *Hybridothrips* y *Zeugmatothrips*); fitófagos florales y foliares sobre todo, así como en frutos muy jóvenes y tiernos de plantas fanerógamas, géneros: *Frankliniella*, *Leucothrips*, *Neohydatothrips*, *Scirtothrips* y *Thrips*, según Johansen (1974a, 1978, 1979a, 1979e, 1983, 2001, 2002a y 2002c), Johansen y Mojica (2004 y 2006), aunque también en follajes de criptógamas, como son los musgos, como es el caso de los géneros *Wegenerithrips*, según Johansen *et al.* (2005) y *Metriothrips*, de acuerdo con Johansen (1983); depredadores de otros trips y ácaros, como son los géneros *Aeolothrips*, *Erythrothrips*, *Franklinothrips*, *Stomatothrips*, *Scolothrips* y *Leptothrips*, de acuerdo con Bailey (1952) y Johansen (1977b, 1981a).

En los agroecosistemas son importantes sobre todo los fitófagos foliares, florales y en frutos tiernos, por los daños mecánicos que infligen a los tejidos epidérmicos, al picar y chupar el contenido celular de acuerdo con Johansen (1974b, 1978, 1979a, 1980a, 2001, 2002c), así como Johansen y Mojica (1997b, 1999b), Johansen *et al.* (1999, 2000, 2003) y González-Hernández *et al.* (2000); en este caso están los vectores de enfermedades virales en las plantas (*Frankliniella occidentalis*, *Thrips tabaci* y *T. palmi*). Los trips depredadores como son los de la familia Aeolothripidae y los del género *Leptothrips*, ejercen un buen control biológico natural o inducido por el humano, como en el caso de las especies *Franklinothrips vespiformis*, *F. orizabensis*, *Scolothrips pallidus* y *S. sexmaculatus*, de acuerdo con Johansen y Mojica (1997a).

Los trips, siendo insectos de dimensiones microscópicas, pueden ser más vulnerables a la destrucción de sus macro y microhábitats por desmontes, incendios forestales y contaminación química, porque forman parte del tejido de organismos que

al ser destruido simplemente desaparecen del lugar del hábitat. En este caso podemos mencionar aquellos trips que viven en hojarasca de suelos de bosque, los que viven en alguna especie de flor o follaje específico o bien los que viven en líquenes y musgos sobre cortezas de árboles y arbustos. En las figuras 1 a 8, se muestran algunas especies propias del estado de Veracruz.

Por otro lado, aunque en los últimos 35 años se ha avanzado como nunca antes en el conocimiento de los trips en varias regiones de México, aún hay vacíos totales de conocimiento en varias regiones del país.



FIGURA 1. *Frankliniella occidentalis* (hembra, vista dorsal). Especie norteamericana muy exitosa por su capacidad de dispersión y por las numerosas plantas hospedadas, tanto en ecosistemas naturales como agroecosistemas, donde es plaga.



FIGURA 2. *Frankliniella cephalica* (hembra, vista dorsal). Especie neotropical presente en flores de diversas plantas silvestres y cultivadas.



FIGURA 3. *Frankliniella invasor* (hembra, vista dorsal). Especie que está siendo objeto de muchos estudios en México porque participa como plaga en cultivos tales como aguacate y mango.



FIGURA 4. a) *Frankliniothrips vespiformis* (hembra) y b) *Frankliniothrips orizabensis* (hembra). Se trata de dos ejemplos notables de trips imitadores de hormigas y depredadores de otros trips.



FIGURA 5. *Leucothrips furcatus* (hembra). Esta diminuta especie habita en follaje de numerosas plantas silvestres y cultivadas. En higuera y frijol suele ser plaga.



FIGURA 7. Vista dorsal de *Leptothrips macro-ocellatus* (hembra).



FIGURA 6. *Leptothrips macro-ocellatus* (larva II). Depredador tropical muy activo tanto en estado de larva como adulto (figura 7), en presencia del trips del cacao *Selenothrips rubrocinctus*.



FIGURA 8. *Elaphrothrips neoleonensis* (hembra). Es una de las especies más grandes registradas en México (llegando a medir hasta 13 mm de largo). En estado de larva y adulto se alimenta de esporas de hongos saprofíticos presentes en ramas y hojas secas de árboles tropicales y de clima templado.

LITERATURA CITADA

- BAILEY, S.F., 1951, The genus *Aeolothrips* Haliday in North America (Thysanoptera: Aeolothripidae), *Hilgardia* 21(2): 43-80.
- , 1952, A review of the genus *Stomatothrips* Hood (Thysanoptera: Aeolothripidae), *Pan-Pacific Entomologist* 28(3): 154-162.
- BAILEY, S.F. y H.E. Cott, 1954, A review of the genus *Heterothrips* Hood (Thysanoptera: Heterothripidae) in North America, with descriptions of two new species, *Annals Entomological Society of America* 47(4): 614-635.
- BAGNALL, R.S., 1908, *On some New Genera and Species of Thysanoptera*. Transactions of the Natural History Society of Norththumberland, Durham, and New Castle -upon- Tyne. n.s. 3(1): 183-217.
- BHATTI, J.S., 1973, A preliminary revision of *Sericothrips* Haliday, *Sensu Lat.*, and related genera, with a revised concept of the tribe Sericothripini (Thysanoptera: Thripidae), *Oriental Insects* 7(3): 403-449.
- , 1978, A preliminary revision of *Taeniothrips* (Thysanoptera: Thripidae), *Oriental Insects* 12(2): 157-199.
- , 1990, Family group Names of the Order Terebrantia (Insecta), *Zoology* 2(4): 185-192.
- CRAWFORD, D.L., 1909, Some Thysanoptera of Mexico and the South, II, *Pomona College Journal of Entomology* 1(4): 109-119.
- , 1910, Thysanoptera of Mexico and the South, II, *Pomona College Journal of Entomology* 1(45): 153-170.
- CRAWFORD, J.C., 1945, A new genus and species of Thripinae from Bulbs (Thysanoptera: Thripidae), *Proceedings Entomological Society of Washington* 47(4): 92-94.
- FRANKLIN, H.J., 1908, On a Collection of thysanopterous insects from Barbados and St. Vincent Islands, *Proceedings United States Natural Museum*, 33 (1590): 715-730.
- GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, H., R. Johansen-Naime, L. Gasca-Corona, A. Equihua-Martínez, A. Salinas-Castro, E. Estrada-Venegas, F. Durán de Anda y A.R. Valle de la Paz, 2000, Plagas del aguacate, en Daniel Téliz (ed.), *El aguacate y su manejo integrado*, Ediciones Mundi-Prensa, México, pp. 117-136.
- HINDS, W.E., 1902, Contribution to a monograph of the insects of the order Thysanoptera inhabiting North America, *Proceedings United States Natural Museum* 26: 79-242.
- HOOD, J.D., 1912a, New genera and species of North American Thysanoptera from the South and West, *Proceedings Biological Society of Washington* 25: 61-76.
- , 1912b, Descriptions of new North American Thysanoptera, *Proceedings Entomological Society of Washington* 14(3): 129-160.
- , 1912c, A new genus and three new species of North American Thysanoptera, *Psyche* 19(4): 113-118.
- , 1913a, On a Collection of Thysanoptera from Panama, *Psyche* 20(4): 119-129.
- , 1913b, Two new Thysanoptera from Porto Rico, *Insecutor Inscitiae Menstrus* 1(6): 65-70.
- , 1915, Descriptions of new American Thysanoptera, *Insecutor Inscitiae Menstrus* 3(1-4): 1-40.
- , 1925a, New species of *Frankliniella* (Thysanoptera), *Bulletin Brooklyn Entomological Society* 20(2): 71-82.
- , 1925b, New Neotropical Thysanoptera collected by C.B. Williams, *Psyche* 32(1): 48-69.
- , 1935, Some new or little-known Thysanoptera of the family Phlaeothripidae, *Revista de Entomologia* (Rio de Janeiro) 5(2): 159-199.
- , 1954, Brazilian Thysanoptera, IV, *Proceedings Biological Society of Washington* 67: 17-54.
- , 1956, A new genus and species of Thripidae (Thysanoptera) from Trinidad, *Royal Entomological Society of London B.* 25(3-4): 63-66.
- JOHANSEN, R.M., 1974a, Cuatro especies de trips en el cacao de Tabasco, México, *Revista Theobroma* 4(1): 29-38.
- , 1974b, Siete nuevos tisanópteros de Tabasco, Veracruz, y el Pedregal de San Angel, México, D.F.

- (Thysanoptera; Terebrantia; Tubulifera), *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 35: 249-276.
- , 1977a, Una nueva especie de *Bregmatothrips* Hood (Thysanoptera; Thripidae) del Pedregal de San Angel, México, D.F., *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología 46(1): 45-52 (1975).
- , 1977b, Algunos aspectos sobre la conducta mimética de *Franklinothrips vespiformis* (Crawford), (Insecta: Thysanoptera), *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología 47(1): 25-50 (1976).
- , 1978, La distribución conocida en México, del trips del cacao, *Selenothrips rubrocinctus* (Giard) (Thysanoptera), en Memoria del XII Congreso Nacional de Entomología, Guadalajara, Jalisco, *Folia Entomológica Mexicana* 39-40: 212.
- , 1979a, Nuevos thrips tubulíferos (Insecta: Thysanoptera), de México, III, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología 48(1)[1977]: 37-50.
- , 1979b, Nuevos thrips tubulíferos (Insecta: Thysanoptera), de México, IV, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología, 48(1)[1977]: 51-70.
- , 1979, Distribución geográfica del trips del laurel de Indias *Gynaikothrips ficorum* (Marchal) (Thysanoptera: Phlaeothripidae) en México, *Folia Entomológica Mexicana* 42: 36-37.
- , 1980a, La fauna conocida de Thysanoptera de *Ricinus communis* L. (higuerilla) en México, *Folia Entomológica Mexicana* 43: 32-33.
- , 1980b, El género *Elaphrothrips* Buffa, 1909 (Thysanoptera: Phlaeothripidae) en México, con nuevas especies y una clave de identificación, *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 36 [1975]: 195-349.
- , 1981a, Una nueva especie de *Franklinothrips* Back (Thysanoptera: Franklinothripidae) del Oriente de México, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología, 50 (1): 153- 157 (para 1979!).
- , 1981b, Cinco nuevos tisanópteros (Terebrantia: Heterothripidae; Thripidae), de Chiapas, Oaxaca y Veracruz, México, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología 51(1): 321-335.
- , 1982a, El género *Elaphrothrips* Buffa, 1909 (Thysanoptera: Phlaeothripidae) en el Continente Americano; su Sistemática, Evolución, Biogeografía, Ecología y Biología, Monografías del Instituto de Biología, núm. 1: 1-267, UNAM.
- , 1982b, Nuevos thrips tubulíferos (Insecta: Thysanoptera), de México, X, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología 52(1): 151-180.
- , 1983a, Nuevos thrips (Insecta: Thysanoptera; Terebrantia, Thripidae: Thripinae), de la Sierra Madre Oriental y del Eje Volcánico Transversal de México, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología 53(1): 91-132.
- , 1983b, Nuevos estudios acerca del mimetismo en el género *Franklinothrips* Back (Insecta: Thysanoptera), en México, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, 53 (1): 133-156.
- , 1984, El conocimiento actual del género *Orthothrips* Priesner (Insecta: Thysanoptera; Phlaeothripidae: Glyptothripini), en México. Revalidación específica de *Orthothrips duvius* Stannard y descripción de una especie nueva, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología, 55(2): 45-54.
- , 1986a, Una nueva especie mexicana de *Heterothrips* Hood (Insecta; Thysanoptera: Heterothripidae), *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología 56(2): 359-364.
- , 1986b, Revisión de la Tribu Humboldthripini Johansen, 1983 (Insecta, Thysanoptera: Thripidae), *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología 56(3): 697-744.
- , 1986c, Nuevos conceptos taxonómicos y filogenéticos del Género *Elaphrothrips* Buffa, 1909 (Thysanoptera: Phlaeothripidae), del Continente Americano y descripción de dos especies nuevas, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología 56(3): 745- 868.
- , 1986d, Un género nuevo mexicano, afín al complejo genérico *Megalurothrips* (Thysanoptera: Thripidae), *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología 57 (1): 93-112.

- , 1987, *El género Leptothrips Hood, 1909 (Thysanoptera: Phlaeothripidae) en el Continente Americano: su Sistemática, Filogenia, Biogeografía, Biología, Conducta y Ecología*, Monografías del Instituto de Biología, UNAM, núm. 3: 1-246.
- , 1989, Estado actual del conocimiento acerca del género *Heterothrips* Hood, 1908 (Insecta, Thysanoptera: Heterothripidae) en México y descripción de tres especies nuevas, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología 60(3): 321-340.
- , 1993, Revision of the bryophagous genus *Darwiniothrips* Johansen, 1983 (Insecta, Thysanoptera: Tubulifera, Glyptothripini), *Zoology* (Journal of Pure and Applied Zoology) 4: 239-250.
- , 1998a, The *Frankliniella desertileonidum* Watson species assemblage, in the "Intonsa Group" (Insecta, Thysanoptera: Thripidae), *Acta Zoológica Mexicana*, (nueva serie) 75: 143-161.
- , 1998b, The *Frankliniella curiosa* species group (Thysanoptera: Thripidae), *Revista de Biología Tropical* 46(3): 717-738.
- , 2000, The Mexican *Frankliniella paricutinensis* sp. nov. species assemblage, in the "Intonsa Group" (Insecta, Thysanoptera: Thripidae), *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 80: 1-49.
- , 2001, *Trips de importancia en la Fruticultura de México*, Memoria del XIV Curso Internacional de Actualización Frutícola, Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX, S.C., Tonalico, Estado de México, pp. 23-332.
- , 2002a, *Los trips (Thysanoptera) en el aguacate y mango, una encrucijada Taxonómica, Ecológica y Fitosanitaria*, Memoria del XXVIII Simposio Nacional de Parasitología Agrícola "Dr. Silverio Flores Cáceres", Acapulco, Gro., 25 al 27 de septiembre del 2002, pp. 60-64.
- , 2002b, The Mexican *Frankliniella fusca* (Hinds), *F. pallida* (Uzel) and *F. schultzei* (Trybom) species assemblages, in the "Intonsa Group" (Insecta, Thysanoptera: Thripidae), *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 85: 51-82.
- , 2002c, Los trips (Insecta: Thysanoptera) del mango, en Antonio Mora-Aguilera, D. Téliz-Ortiz y A. Rebouças-Sao José (eds.), *El Mango: Manejo y Comercialización*, Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas (MÉXICO) y Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitoria da Conquista, Bahia (BRASIL), libro electrónico (ISBN 968-839-370-3), capítulo 7, pp- 186-210.
- JOHANSEN, R.M. y A. Mojica-Guzmán, 1986a, Estudio de revisión del género *Wegenerithrips* Johansen, 1983 (Insecta, Thysanoptera: Thripidae), de trips briófagos, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología, 56 (2): 365-382.
- , 1986b, El conocimiento actual acerca del género *Oxythrips* Uzel, 1895 (Insecta: Thysanoptera: Thripidae) en Norteamérica, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología, 56 (2): 383-400.
- , 1989, Dos especies nuevas de *Frankliniella* Karny (Insecta, Thysanoptera: Thripidae) del Grupo Intonsa, del Eje Volcánico Transversal de México, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología 60(2): 191-198.
- , 1993, The New World Species of *Apterygothrips* Priesner (Insecta, Thysanoptera: Phlaeothripidae, Haplothripini), *Redia* 76 (2): 241-261.
- , 1995, A review of the tribe Humboldthripini Johansen (Insecta, Thysanoptera: Thripidae), *Folia Entomológica Mexicana* 93: 39-70.
- , 1996, Thysanoptera, en J. Llorente, A.N. García y E. González (eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México. Hacia una síntesis de su conocimiento*, Instituto de Biología, UNAM/Conabio, México, pp. 245-273.
- , 1997a, Reconsideración del concepto de depredador y parasitoide en tisanópteros mexicanos (Insecta) de interés en control biológico natural, *Folia Entomológica Mexicana* 97: 21-38.
- , 1997b, Importancia agrícola de los trips, en *Manual sobre Entomología y Acarología aplicada*, Sociedad Mexicana de Entomología, Xalapa, Veracruz, México, pp. 11-18.

- , 1999a, The genus *Scirtothrips* Shull, 1909 (Thysanoptera: Thripidae, Sericothripini), in Mexico, *Folia Entomológica Mexicana* 104: 23-108.
- , 1999b, Thysanoptera, en A.C. Deloya-López y J.E. Valenzuela-González (eds.), *Catálogo de insectos y ácaros plaga de los cultivos agrícolas de México*, Sociedad Mexicana de Entomología, Publicaciones especiales, núm. 1: 27-42.
- JOHANSEN, R.M., A. Mojica-Guzmán y G. Ascención-Betanzos, 1999, Introducción al conocimiento de los insectos tisanópteros mexicanos, en el aguacatero (*Persea americana* Miller), *Revista Chapingo*, Serie Horticultura 5 (Número Especial): 279-285.
- JOHANSEN, R.M., A. Mojica-Guzmán y M.Y. Sánchez-Roncancio, 2000, *Los Thysanoptera (Insecta) del mango (Mangifera indica L.)*, en *México: una introducción*, Memorias del XXXV Congreso Nacional de Entomología (Sociedad Mexicana Entomología), Acapulco, Gro., 11-14 de junio del 2000, pp. 106-112.
- JOHANSEN, R.M., A. Mojica-Guzmán, A.R. Valle de la Paz y M. Valle de la Paz, 2003, The present knowledge of the Mexican Thysanoptera (Insecta), inhabiting avocado trees (*Persea americana* Miller), Actas volumen II V Congreso Mundial del aguacate, 19-24 de octubre de 2003, Málaga, España, pp. 455-460.
- JOHANSEN, R.M. y A. Mojica-Guzmán, 2004, El conocimiento actual acerca de *Franklinothrips orizabensis* Johansen (Insecta: Thysanoptera), un depredador exitoso, *Entomología Mexicana* (Sociedad Mexicana de Entomología), vol. 3: 328-330.
- JOHANSEN, R. M., A. P. Retana-Salazar y Áurea Mojica-Guzmán, 2005, A review of the New World bryophyte-feeding genus *Wegenerithrips* Johansen, 1983 (Insecta, Thysanoptera, Thripidae), *Senckenbergiana biologica* 85 (1): 61-63.
- JOHANSEN, R.M. y A. Mojica-Guzmán, 2006, Trips depredadores (Insecta: Thysanoptera) de México, *Entomología Mexicana* (Sociedad Mexicana de Entomología), vol. 5, Tomo 1: 589-592.
- MOJICA-GUZMÁN A. y R.M. Johansen, 1990, Estudio sucesional de tisanópteros (Insecta), habitantes de líquenes y musgos, en cinco localidades de la Sierra Madre Oriental, estado de Hidalgo, México, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología 61 (2): 197-256.
- MOULTON, D., 1929, New Mexican Thysanoptera, *The Pan-Pacific Entomologist* 6 (1): 11-20.
- , 1933a, The Thysanoptera of South America (II), *Revista de Entomología* (Rio de Janeiro) 3(1): 96-133.
- , 1948, The genus *Frankliniella* Karny, with keys for the determination of species (Thysanoptera), *Revista de Entomología* (Rio de Janeiro) 19(1-2): 55-114.
- MOUND, L.A., 1976, American leaf-litter Thysanoptera of the genera *Erkosothrips*, *Eurythrips* and *Terthrothrips* (Phlaeothripidae: Phlaeothripinae), *Bulletin of the British Museum Natural History* (Entomology) 35(2): 27-64.
- , 1977, Species diversity and the systematics of some world leaf litter Thysanoptera (Phleothripidae; Glyptothripini), *Systematic Entomology* 2: 225-244.
- , 1989, Systematics of thrips (Insecta: Thysanoptera) with mosses, *Zoology Journal of the Linnean Society* 96: 1-17.
- MOUND, L.A. y A. Ward, 1971, The genus *Strepterothrips* Hood and its relatives with a description of *S. tuberculatus* (Girault) comb. N. (Thysanoptera), *Journal of the Australian Entomological Society* 10: 98-104.
- MOUND, L.A. y K. O'Neill, 1972, Neotropical fungus feeding Thysanoptera of the genus *Sedulothrips* (Phlaeothripidae), *Florida Entomologist* 55 (4): 251-257.
- , 1974, Taxonomy of the Merothripidae, with ecological and phylogenetic considerations (Thysanoptera), *Journal of Natural History* 8: 481-509.
- MOUND, L.A. y J.M. Palmer, 1983, The generic and tribal classification of spore-feeding Thysanoptera (Phlaeothripidae: Idolothripinae), *Bulletin of the British Museum Natural History* (Entomology) 46(1): 1-174.
- , 1986, Patterns of speciation in Neotropical spore-feeding thrips of the genus *Zeugmatothrips*

- (Insecta, Thysanoptera, Phlaeothripidae), *Amazoniana* 9(4): 581-594.
- MOUND, L.A. y R. Marullo, 1996, The thrips of Central and South America: An Introduction (Insecta: Thysanoptera), *Memoirs on Entomology*, International vol. 6: 1-487.
- NAKAHARA, S., 1988, Generic reassignments of North American species currently assigned to the genus *Sericothrips* Haliday (Thysanoptera: Thripidae), *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 90n(4): 480-483.
- , 1994, The genus *Thrips* Linnaeus (Thysanoptera: Thripidae) of the New World, United States Department of Agriculture Agricultural Research Service *Technical Bulletin* núm. 1822: 1-183.
- , 1997, Annotated list of the *Frankliniella* species of the World (Thysanoptera: Thripidae), *Contributions on Entomology*, International 2(4): 355-389.
- O'NEILL, K. y R.S. Bigelow, 1964, The *Taeniothrips* of Canada (Thysanoptera: Thripidae), *Canadian Entomologist* 96: 1219-1239.
- PRIESNER, H., 1924, Neue Thysanopteren, Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften 133(10): 527-542.
- , 1925, Thysanopterologica I, *Zoologisches Jahrbucher* 50(3): 305-319.
- , 1932, Neue Thysanopteren aus Mexiko, gasammelt von Prof. Dr. A. Dampf, *Wiener Entomologischer Zeitung* 49(3): 171-185.
- , 1933a, Neue Thysanopteren aus Mexiko, gasammelt von Prof. Dr. A. Dampf, *Wiener Entomologischer Zeitung* 50(1): 49-63.
- , 1933b, Neue Exotische Thysanopteren, *Stylops* 2(7): 145-156.
- , 1950, Studies on the genus *Scolothrips* (Thysanoptera), *Bulletin de la Société. Fouad I^{er} Entomologie* 34: 39-67.
- SAKIMURA, K., 1969, New species and subspecies of the genus *Chaetothrips* from the Caribbean and Central American Region (Thysanoptera. Thripidae), *Florida Entomologist* 52(3): 123-135.
- , 1972, *Frankliniella invasor*, new species, and notes on *F. gardeniae* and the *Frankliniella* spp. in Hawaii, *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society* 21: 263-270.
- , 1981, A review of *Frankliniella brunneri* Watson and description of *F. kelliae* n. sp. (Thysanoptera: Thripidae), *Florida Entomologist* 64: 483-491.
- SAKIMURA, K. y K. O'Neill, 1979, *Frankliniella*, redefinition of genus and revision of Minuta Group species (Thysanoptera: Thripidae), United States Department of Agriculture *Technical Bulletin* (núm. 1572): 1-49.
- STANNARD, L.J., 1950, A new genus of Phlaeothripidae from Mexico (Thysanoptera), *Proceedings Entomological Society of Washington* 52(3): 143-146.
- , 1952, Peanut-winged thrips (Thysanoptera: Thripidae), *Annals of the Entomological Society of America* 45(2): 327-330.
- , 1954a, *Actinothrips (Hibridothrips) oneillae*, new subgenus and species, *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 56 (2): 71-74.
- , 1954b, *Tropothrips* in North America (Thysanoptera: Phlaeothripidae), *Proceedings of the Biological Society of Washington* 67: 81-84.
- , 1955, On some reticulate-headed genera of the tribe Glyptothripini Priesner (Thysanoptera: Phlaeothripidae), *Transactions of the American Entomological Society* 81: 77-101.
- , 1956a, Six new species of *Adelothrips* from the New World with critical remarks on this genus and related genera (Thysanoptera: Tubulifera), *Proceedings of the Biological Society of Washington* 69: 105-114.
- , 1956b, A new species of *Bregmatothrips* from the West, *Entomological News* 67(3): 71-73.
- , 1968, The thrips, or Thysanoptera, of Illinois, *Bulletin of the Illinois Natural History Survey* 29(4): 215-552.
- STRASSEN, R. zur, 1960, Key and Catalogue of the known species of *Chirothrips* Haliday, 1836 (Thysanoptera).

noptera: Thripidae), *Journal of the Entomological Society of Southern Africa* 23(1): 144-166.

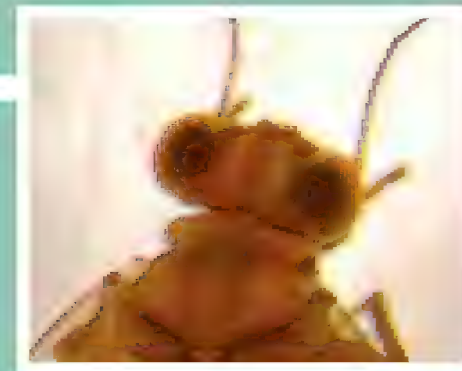
WATSON, J.R., 1915, New Thysanoptera from Florida, *Entomological News* 26(2): 49-52 + lám.

—————, 1924, Synopsis and Catalog of the Thysanoptera of North America, with a translation of Karny's keys to the genera of Thysanoptera and Bibliography of Recent Publications, University of Florida Agricultural Experiment Station *Technical Bulletin* 168: 1-100.

—————, 1942, Two new *Frankliniella* from Mexico (Thysanoptera), *Florida Entomologist* 25(3): 43-46.

WILSON, T.H., 1975, A monograph of the subfamily Panchaetothripinae (Thysanoptera: Thripidae), *Memoirs of the American Entomologist Institute* 23: 1-354.

Psócidos (Insecta: Psocoptera)



Alfonso N. García Aldrete

INTRODUCCIÓN

Veracruz es un estado inmensamente rico biológicamente. Su flora se estima en 8 000 especies (Flores Villela y Gerez, 1994); sólo para Magnoliophyta han sido citadas 6 869 especies, de un total de 22 351 para todo el país, sólo superado por Oaxaca y Chiapas (Villaseñor, 2003). Asimismo, es uno de los estados más diversos en tipos de hábitat, registrándose en su territorio 19 tipos de vegetación (Flores Villela y Gerez, 1994), lo que posiblemente contribuye a su gran diversidad biológica. En Veracruz se ha efectuado mucho trabajo de campo con propósitos de investigación biológica, lo que ha resultado en que sea uno de los estados cuya biota es mejor conocida.

Con respecto a la fauna de insectos, García Aldrete y Romero Tapia (datos no publicados) recopilaron el número de especies registradas en cada estado mexicano, para 11 órdenes de hexápodos, principalmente insectos (Collembola, Odonata, Psocoptera, Isoptera, Neuroptera, Siphonaptera,

Hemiptera [Pentatomidae, Lygaeidae, Reduviidae], Lepidoptera [Tortricidae, Papilionidae, Pieridae, Sphingidae], Coleoptera [Elmidae, Cerambycidae, Leiodidae, Passalidae, Scolytidae], Diptera [Simuliidae, Ceratopogonidae, Culicidae, Chironomidae, Psychodidae, Tipulidae] e Hymenoptera [Apoidea, Formicidae, Vespidae, Cynipoidea]), y encontraron que los estados con mayor número de especies fueron Veracruz, Chiapas y Oaxaca, con 2 272, 1 776 y 1 607 especies, respectivamente. Estos tres estados se encuentran en una área del Sureste de México, al S del paralelo 19°N, y entre los meridianos 91 y 101°O, reconocida como un “*hot spot*” de diversidad biológica, en la que se concentra la mayor parte de la diversidad biológica del país (Mittermeier y Goetsch de Mittermeier, 1992; Mockford y García Aldrete, 1996). En Veracruz se cumple también el axioma de que las zonas biológicamente más ricas son también de gran diversidad cultural (musical, étnica, culinaria, etcétera).

El nombre Psocoptera, deriva del griego *psochein*: moler, triturar, en referencia a su tipo de alimenta-

ción roedora, y *ptera*: alas. Se encuentran en todo el mundo, con mayor diversidad en zonas tropicales y circumtropicales. Referencias importantes para su estudio en México, con énfasis en la fauna de Veracruz, son las siguientes: Mockford (1993), Mockford y García Aldrete (1996), García Aldrete *et al.* (1997) y Lienhard y Smithers (2002). La página Web Psoco Net Home Page (<http://insect3.agr.hokudai.ac.jp/psoco-web/psoco-net/index.html>) contiene información sobre investigadores activos, proyectos en curso, bibliografía, etc. El sitio www.ville-ge.ch/musinfo/mhng/page-e/p-psocoptera.html es útil para cualquiera con interés en Psocoptera. Está basado en Lienhard y Smithers (2002), y recientemente ha producido listados de especies por país, y un listado de psócidos fósiles de ámbar y copal.

DESCRIPCIÓN

Son insectos pequeños, de 10 mm de longitud como máximo, neópteros, exopterigotos, con cabeza grande, móvil, antenas filiformes y postclípeo bulboso; mandíbulas asimétricas, maxilas con las lacinias libres y alargadas, y palpos labiales reducidos; alas membranosas, dispuestas sobre el dorso como tejado de dos aguas, venación simple; apterismo y braquipterismo frecuente. Tarsos con 2-3 segmentos en los adultos y con dos segmentos en las ninfas. Sin cercos.

Se reconocen actualmente tres subórdenes, que pueden separarse mediante la clave siguiente:

- 1 Adultos con más de 18 flagelomeros, filamentos de la hipofaringe separados en toda su longitud, nunca fusionados en la línea media; palpo labial con el segmento basal pequeño y el segmento distal redondeado. Trogiomorpha
- 1' Adultos con menos de 18 flagelomeros (generalmente 11-13); filamentos de la hipofaringe fusionados por la línea media al menos por parte de su

longitud; palpo labial como en Trogiomorpha, o sin segmento basal. 2

- 2 Adultos con 13 flagelomeros (raramente menos); al menos algunos flagelomeros anillados con escultura cuticular. Palpo labial generalmente con un segmento basal pequeño y un segmento distal redondeado. Tarsos generalmente con tres segmentos. Ala anterior, si existe, sin pterostigma esclerosado Troctomorpha
- 2' Adultos con 11 flagelomeros (raramente menos); sin flagelomeros anillados con escultura cuticular, ocasionalmente con escultura reticular en la cutícula. Palpo labial sin segmento basal, formado por un solo segmento redondeado o triangular. Tarsos con dos o tres segmentos. Alas anteriores, cuando están completamente desarrolladas, con un pterostigma esclerosado. Psocomorpha

BIOLOGÍA

Los miembros de Psocoptera presentan generalmente seis estadios ninfales; las ninfas son similares a los adultos y ocupan el mismo nicho, casi siempre son solitarias, aunque hay algunos casos de gregarismo en algunas especies de *Psococerastis* y *Cerastipsocus*; el gregarismo parece ser un mecanismo de defensa contra depredadores, y de prevención de la deshidratación. Se ha documentado depredación de psócidos por aves, lagartijas y ranas (Lienhard, 1998; Chapman, 1930). Varias especies de mimáridos (*Alaptus* y *Dicopomorpha*) se han encontrado parasitando huevecillos de psócidos (Lienhard, 1998; Mockford, 1997). Las ninfas son atacadas por parasitoides braconídeos de los géneros *Euphoriella* y *Leiophron*; muchos insectos y arácnidos se han documentado alimentándose de psócidos (Lienhard, 1998; Mockford, 1993).

La mayoría de los psócidos se reproduce sexualmente, pero la telitoquia es común y en algunas

especies no hay machos. Casi todos los psócidos son ovíparos, pero existe ovoviviparidad en dos géneros de la familia Archipsocidae y en un género de la familia Pseudocaeciliidae (Badonnel *et al.*, 1984; Wong y Thornton, 1968).

Casi todos los psócidos son herbívoros o fungívoros. Los primeros, que generalmente se encuentran en ramas y troncos de árboles y arbustos, y en superficies de rocas, se alimentan de algas verdes o de líquenes. Los que viven sobre hojas, vivas o muertas, generalmente se alimentan de hongos muy pequeños. Se alimentan “ramoneando” sobre la superficie del sustrato en que se encuentran, para lo cual apoyan la cabeza en las lacinias, mientras las mandíbulas raspan y fragmentan partículas de alimento.

En zonas tropicales es probable que el ciclo de huevecillo a adulto se complete en aproximadamente 30 días, con generaciones continuas a través del año; en zonas templadas, el invierno interrumpe el desarrollo, y se ha detectado el fenómeno de diapausa, principalmente en la fase de huevecillo (Eertmoed, 1978; New, 1987). Mockford (1993), menciona que en el sur de California, varias especies tienen una sola generación al año, permanecen activas durante el invierno y, aparentemente, el huevecillo pasa por un largo periodo de diapausa durante el cálido y seco verano.

Los principales hábitats de los psocópteros fueron clasificados en seis series por Mockford (manuscrito no publicado): 1. Follaje vivo, 2. Follaje muerto, 3. Hojarasca, 4. Corteza de árboles, 5. Superficie de rocas, y 6. Habitaciones humanas. Estas categorías se corresponden con las establecidas por New (1987).

DIVERSIDAD

A finales de 2005 se habían documentado, para la fauna mundial de psócidos, 5 557 especies, en 474 géneros y 41 familias (García Aldrete, 2006). Esta

riqueza se encuentra distribuida de manera desigual en todo el mundo, siendo las zonas tropicales y subtropicales las más diversas. La actualización del listado de la fauna de Psocoptera de México, llevada a cabo por el autor, terminada en junio de 2006 con base en el listado de Mockford y García Aldrete (1996), indica que hay en el país 747 especies en 104 géneros y 32 familias, lo que constituye el 7.43 % de la fauna mundial, una aproximación muy cercana al patrón taxonómico que indica que “México parece contener entre un 10 y un 12 % del total de la biota del mundo” (Toledo 1994; Llorente *et al.*, 1996).

La figura 1 presenta las localidades donde se han recolectado psócidos en las regiones naturales de Veracruz. Se observa que hay sólo tres localidades de recolecta en la Huasteca, ninguna en la Sierra de Huayacocotla, mientras que el Totonacapan, las Grandes Montañas y Los Tuxtlas están relativamente bien muestreados; asimismo, hay pocos puntos de colecta en las Llanuras de Sotavento y en la región ístmica, por lo que podría predecirse que la fauna actual de psócidos es menor que la real.

El apéndice VIII.23 presenta el listado de las especies de Psocoptera registradas hasta el momento en Veracruz. Se trata de 236 especies, en 70 géneros y 30 familias, lo que representa el 31.59 % de la fauna del país; el que 70 de 104 géneros, y 30 de 32 familias estén representados en Veracruz, da idea de la gran diversidad biológica del estado. Es notable que 190 de esas 236 especies se encuentren en la región de Los Tuxtlas, lo que bien puede representar un sesgo debido al mayor esfuerzo de colecta en esa zona.

Ejemplares de la mayoría de las especies listadas en el apéndice VIII.23, se encuentran depositadas en la Colección Nacional de Insectos (Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.), y en la colección del doctor Edward L. Mockford (Illinois State University, Normal, Illinois, Estados Unidos). Algunos de los registros de las especies listadas provienen de la literatura.

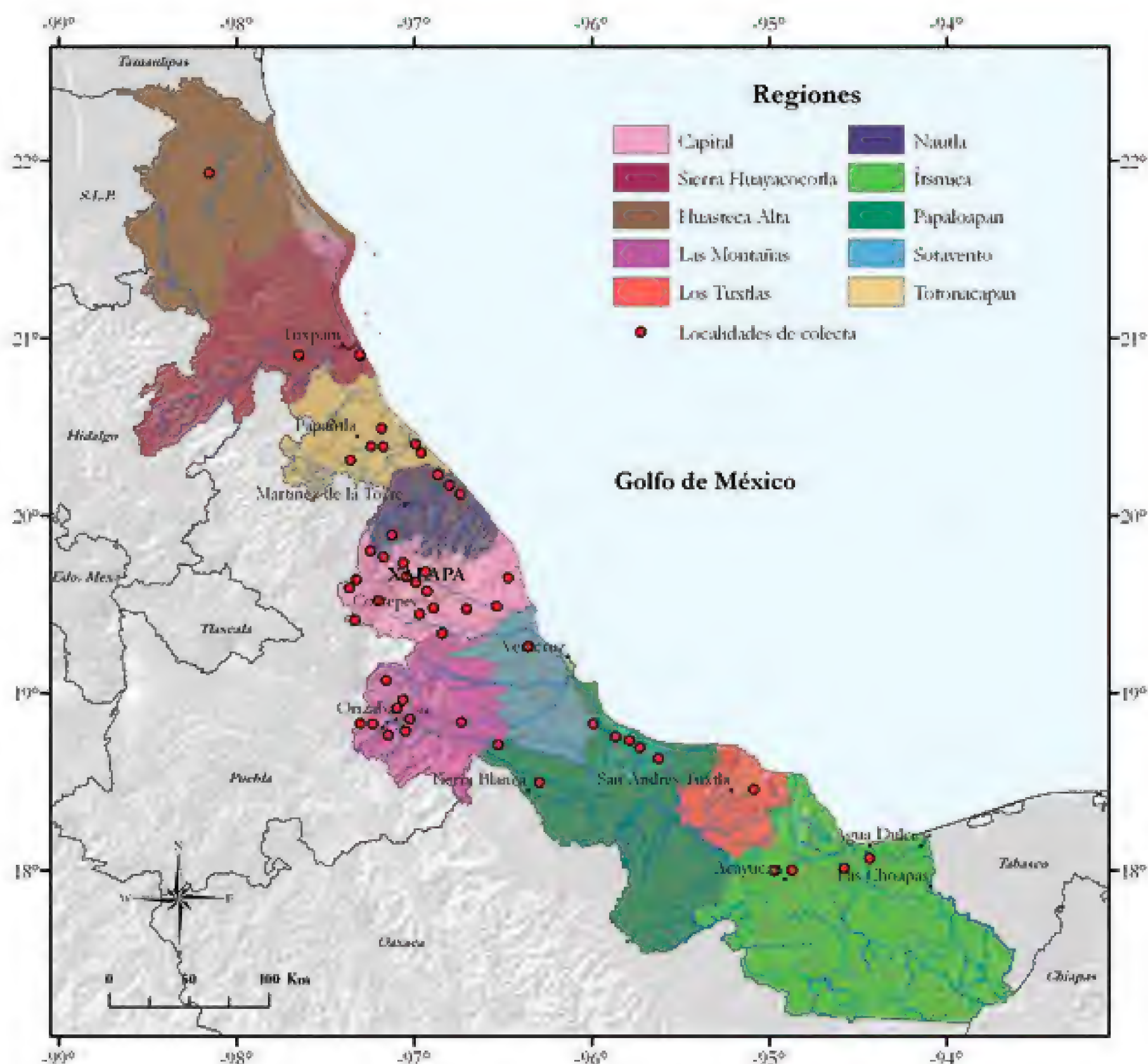


FIGURA 1. Localidades de colecta de psocópteros en las regiones naturales de Veracruz.

La composición de la fauna constituye un reflejo de la alta diversidad biológica de los psócidos veracruzanos: un género (*Lachesilla*), está representado por 45 especies; dos géneros (*Valenzuela* y *Ectopso-cus*), están representados por 14 especies; dos géneros (*Lichenomima* y *Trichadenotecnum*), están representados por 11 y 10 especies, respectiva-

mente, mientras que en el otro extremo, 32 géneros tienen una sola especie y 18 géneros tienen dos especies.

Un aspecto de interés lo constituyen las categorías biogeográficas de las especies componentes de la fauna: endémicas de México: 72 especies; endémicas de Veracruz: 61 especies; especies com-



FIGURA 2. Algunos psocópteros con localidad típica en Veracruz. De arriba-abajo, izquierda-derecha: 1) *Graphopsocus mexicanus* Enderlein, Xalapa; 2) *Lachesilla xalapensis* García Aldrete, Xalapa; 3) *Tapinella vittata* García Aldrete, Los Tuxtlas; 4) *Triplocania vazquezae* García Aldrete, Los Tuxtlas; 5) *Epitroctes tuxtlarum* (Mockford), Los Tuxtlas; 6) *Goja montieli* Casasola González y García Aldrete, Los Tuxtlas (Fotos: A. García-Aldrete).

partidas con Centro América: 24; especies de amplia distribución en América tropical y subtropical: 16; especies de amplia distribución en el mundo: 14; especies compartidas con Estados Unidos: 11; especies tropicopolitas: 9; especies compartidas con Estados Unidos y Centro América: 4; especies compartidas con Estados Unidos y Sud América: 4; especies compartidas con Sud América: 4; especies cosmopolitas: 3; especies compartidas con Canadá y Estados Unidos: 3; especies compartidas con el Caribe: 3; especies compartidas con Canadá, Estados Unidos y el Caribe: 2; especies compartidas con Estados Unidos y el Caribe: 2; especies compartidas con el Caribe y con Sud América: 2; especies compartidas con la región Oriental: 1.

Otra indicación de la gran riqueza biológica del “hot spot” del Sureste de México al que me referí en la introducción, y del cual Veracruz forma parte, es la similitud faunística (en cuanto a Psocoptera) de Veracruz con los estados vecinos de Chiapas y Oaxaca; la similitud con el primero es de 48.5 %, y con el segundo es de sólo 36.4 %, en ambos casos utilizando el índice de Simpson por ser el más robusto (Sánchez y López, 1988).

IMPORTANCIA

Los psócidos son de poca importancia económica, aunque ocasionalmente pueden constituir plagas domésticas, de bibliotecas, colecciones de insectos o herbarios, cuando sus poblaciones se incrementan a niveles en que pueden ser dañinos. Algunas especies llegan a estar asociadas con granos almacenados o productos alimenticios, como plagas secundarias, y se han llegado a considerar como una nueva plaga en la industria de alimentos; probablemente su importancia es más como contaminantes que por el

daño causado (*cf.* García Aldrete y Gutiérrez Díaz, 1995; Mockford, 1993; y la extensa bibliografía recopilada por Lienhard y Smithers, 2002). Algunas especies de psócidos son probables hospederos intermedios de una solitaria de las ovejas, *Thysanosoma actinioides* (Allen 1973). Turner *et al.* (1996) encontraron alta incidencia de reactividad inmunológica a antígenos de psócidos, y sugirieron que estos insectos son una fuente significativa de alérgenos del medio ambiente; asimismo, han sido considerados como alérgenos domésticos importantes (Patil *et al.*, 2001), y han sido involucrados en ataques de asma (Spieksma y Smits, 1975). En los trópicos las densidades de psócidos son considerablemente más bajas que las registradas en zonas templadas, donde su biomasa ha sido comparada a la de los grandes herbívoros ungulados; pueden ser consumidores primarios y saprófagos importantes (Thornton, 1985).

LITERATURA CITADA

- ALLEN, R.W., 1973, The biology of *Thysanosoma actinioides* (Cestoda: Anoplocephalidae) a parasite of domestic and wild ruminants, *Bulletin of New Mexico State University Agricultural Experiment Station* 60, 69 pp.
- BADONNEL, A., E.L. Mockford y A.N. García Aldrete, 1984, Pararchipsocinae, nouvelle subdivision des Archipsocidae (Insecta, Psocoptera), avec description de *Pararchipsocus* n. g., et de onze espèces inédites de sette sous-famille, *Bulletin de Muséum national d'Histoire naturelle* (4) 6 (A) (3): 741-768.
- CHAPMAN, P.J., 1930, Corrodentia of the United States of America. I. Suborder Isotecnomena, *Journal of the New York Entomological Society* 38: 219-290, 319-403.
- EERTMOED, G.E., 1978, Embryonic diapause in the psocid, *Peripsocus quadrifasciatus*: photoperiod, tem-

- perature, ontogeny and geographic variation, *Physiological Entomology* 3: 197-206.
- FLORES VILLELA, O. y P. Gerez, 1994, *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo*, Conabio/UNAM, México, 439 pp.
- GARCÍA ALDRETE, A.N., 2006, New genera of Psocoptera (Insecta), from Mexico, Belize and Ecuador (Psoquillidae, Ptiloneuridae, Lachesillidae), *Zootaxa* 1319: 1-14.
- GARCÍA ALDRETE, A.N. y L.J. Gutiérrez Díaz, 1995, Species of psocids (Psocoptera) associated with stored grains in México, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología 66(1): 47-55.
- GARCÍA ALDRETE, A.N., E.L. Mockford y J. García Figueroa, 1997, Psocoptera, en González Soriano, E., R. Dirzo y R.C. Vogt (eds.), *Historia Natural de Los Tuxtlas*, Instituto de Biología-Instituto de Ecología, UNAM, México, pp. 299-309.
- LIENHARD, C., 1998, Psocoptères euro-méditerranéens, *Faune de France* 83: 517 pp.
- LIENHARD, C. y C.N. Smithers, 2002, *Psocoptera (Insecta), World Catalogue and Bibliography. Instrumenta Biodiversitatis V*, Muséum d'histoire naturelle, Genève, Switzerland, 745 pp.
- LLORENTE Bousquets, J., E. González S., A.N. García Aldrete y C. Cordero, 1996, Breve panorama de la taxonomía de artrópodos en México, en Llorente Bousquets, J.E., A.N. García Aldrete y E. González S. (eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*, Instituto de Biología, UNAM, México, pp. 3-14.
- MITTERMEIER, R.A. y C. Goetsch de Mittermeier, 1992, La importancia de la diversidad biológica de México, en Sarukhán, J. y R. Dirzo (comps.), *México ante los retos de la biodiversidad*, Conabio, México, pp. 63-73.
- MOCKFORD, E.L., 1993, North American Psocoptera (Insecta), *Flora & Fauna Handbook No. 10*. Sandhill Crane Press Inc. Gainesville, Florida- Leiden, The Netherlands, 455 pp.
- , 1997, A new species of *Dicopomorpha* (Hymenoptera: Mymaridae) with diminutive, apterous males, *Annals of the Entomological Society of America* 90(2): 115-120.
- MOCKFORD, E.L. y A.N. García Aldrete, 1996, Psocoptera, en Llorente Bousquets, J. E., A.N. García Aldrete y E. González S. (eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*, Instituto de Biología, UNAM, México, pp. 175-205.
- NEW, T.R., 1987, Biology of the Psocoptera, *Oriental Insects* 21: 1-109.
- PATIL, M.P., P.V. Niphadkan y M.M. Bapat, 2001, *Psocoptera* spp. (Booklouse): a new major household allergen in Mumbai, *Annals of Allergy, Asthma & Immunology* 87: 151-155.
- SÁNCHEZ, O y G. López, 1988, A theoretical analysis of some indices of similarity as applied to biogeography, *Folia Entomológica Mexicana* 75: 119-145.
- SPIEKSMAN, F.T. y C. Smits, 1975, Some ecological and biological aspects of the book louse *Liposcelis bostrychophilus* Badonnel 1931 (Psocoptera) Netherlands, *Journal of Zoology* 25: 219-230.
- THORNTON, I.W.B., 1985, The geographical and ecological distribution of arboreal Psocoptera, *Annual Review of Entomology* 30: 175-196.
- TOLEDO, V.M., 1994, La diversidad biológica de México. Nuevos retos para la investigación en los noventa, *Ciencias* 34: 43-59.
- TURNER, B., N.A. Staines, J. Brostoff, C.A. Howe y K. Cooper, 1996, *Allergy to psocids in the UK*, Proceedings of the 2nd International Conference on Insect Pests in the Urban Environment, Edinburgh, UK, pp. 609-611.
- VILLASEÑOR, J.L., 2003, Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México, *Interciencia* 28(3): 160-167.
- WONG, S.K. y I.W.B. Thornton, 1968, The internal morphology of the reproductive systems of some psocid species, *Proceedings of the Royal Entomological Society of London (A)* 43: 1-12.

Chinches Lygaeoidea (Insecta: Heteroptera)



Luis Manuel Cervantes Peredo
Harry Brailovsky Alperowitz

INTRODUCCIÓN

La superfamilia Lygaeoidea es uno de los grupos más diversos del Orden Heteroptera (chinches). La fauna mundial está constituida por alrededor de 5 300 especies y para México se han citado 284 especies (Slater y Brailovsky, 2000). Los miembros de esta superfamilia varían en tamaño de 1.2 a 12 mm de largo y aunque la mayoría de las especies son pequeñas y de color pardo oscuro o negro, existen algunas formas de color rojo y amarillo brillante sobre un fondo negro.

En general, estas especies de chinches son comedoras de semillas, aunque existen algunas que se alimentan de la savia de árboles, arbustos y hierbas, otras son entomófagas y un grupo muy reducido hematófagas alimentándose de vertebrados. Las ninfas usualmente viven en el mismo hábitat que los adultos y se alimentan de la misma forma. Los miembros de esta superfamilia se caracterizan por presentar ocelos, antenas y rostro con cuatro artejos; membrana del ala con cuatro o cinco venas.

Aunque varios autores han descrito especies de Lygaeoidea para México, sólo en algunos trabajos se ha hecho un concentrado de esta fauna. Stål (1862) en un trabajo seminal estudió la fauna de Heteroptera mexicana. Distant (1880-1893) en la *Biología Centrali Americana*, ilustra y describe numerosas especies mexicanas. Algunas revisiones de grupos de chinches que incluyen material mexicano, han sido realizados por Slater (1955) para los Pachygronthinae; Ashlock (1967) para Orsillinae; Hamid (1975) para los Cymidae; Harrington (1980) para los géneros de Myodochini; O'Donnell (1986, 2001) para los géneros y algunas especies de Lethaeini; Alex Slater (1992) para los Lygaeinae; Henry (1997a, b, c) para los Berytidae. Slater y Brailovsky (2000) publican el listado de las especies mexicanas de Lygaeidae, incluyendo los estados de la República Mexicana en donde han sido encontradas.

Estudios recientes sobre los Lygaeidae de México, incluyen el listado de especies para la Estación de Biología de Chamela, Jalisco (Cervantes y Brailovsky, 2004); los Lygaeidae asociados a *Ficus*

spp. para la Reserva El Cielo, en Tamaulipas (Cervantes, 2005a), y varios trabajos sobre algunos grupos de Lygaeoideos asociados a *Ficus*; además del estudio sobre los Lygaeinae de Oaxaca por Elizalde (2006), en donde registra 46 especies, en comparación con las 33 especies previamente registradas por Slater y Brailovsky (2000) para esa misma entidad.

Varias de las Subfamilias incluidas en Lygaeidae por Slater (1964) y por Slater y O'Donnell (1995), actualmente se reconocen en la categoría de familia (*sensu* Henry, 1997a), por lo que en este trabajo se sigue esta última clasificación. En el presente estudio se presenta un listado de 134 especies de la superfamilia Lygaeoidea para el estado de Veracruz, que incluye los municipios en donde han sido registradas; una breve descripción de cada una de las familias, subfamilias y tribus registradas, así como notas acerca de su biología y distribución en las provincias florísticas del estado.

DESCRIPCIÓN

Familia Berytidae

Se conocen comúnmente como chinches zancudas, miden entre 2.5 a 11 mm; la mayoría son delgadas, alargadas y con patas y antenas también delgadas; son de color amarillo opaco o pardo rojizo; algunas especies están ornamentadas con espinas u otras protuberancias. Cabeza subesférica; antenas algunas veces ensanchadas; extremos de los fémures frecuentemente ensanchados; todos los espiráculos abdominales son dorsales (Henry, 1997b, c; Henry y Froeschner, 1998). La mayoría de las especies son fitófagas y viven sobre las plantas, aunque algunas llevan su ciclo sobre el suelo; muchas especies están asociadas con plantas que tienen recubrimientos pilosos asociados a glándulas pegajosas. Se sabe que algunas especies son secundariamente depredadoras y no completan su ciclo de vida si no se alimentan de otros insectos.

Familia Blissidae

Son individuos alargados y delgados, con la superficie del cuerpo variable, de brillante a casi completamente opaca. Alas sin o con pocas puntuaciones. Todos los miembros de esta subfamilia están asociados a monocotiledóneas y muchas con especies de pastos (Slater y Wilcox, 1969). Todas las especies succionan la savia de tallos y hojas, asociándose a bambúes. Sus cuerpos largos, delgados y aplanados dorsoventralmente están adaptados para vivir entre las brácteas.

Familia Cymidae

Los miembros de esta familia son pequeños, de color pardo claro a amarillo y con numerosas puntuaciones. Su cuerpo es frecuentemente elíptico y las especies de la tribu Cymini son muy parecidas a las semillas de pastos de las cuales se alimentan (Hamid, 1975).

Familia Geocoridae (subfamilia Geocorinae)

Los miembros de esta subfamilia se reconocen por sus ojos protuberantes y arriñonados. Cuerpo robusto y ovoide (Schuh y Slater, 1995). La mayoría de los geocorinos viven sobre el suelo, y frecuentemente se encuentran en hábitats secos y en las primeras etapas sucesionales. En conjunto son especies depredadoras de otros insectos, aunque algunas especies se alimentan de material vegetal.

Familia Lygaeidae

Subfamilia Ischnorhynchinae. Son pequeñas, de color pardo o pardo rojizo o amarillentas, ovoides y algunas veces brillosas (Brailovsky, 1976). Se encuentran asociados a las cabezuelas de varias especies de plantas y se alimentan de sus semillas. *Klei-*

docerys ha sido colectado en áreas de bosque mesófilo alimentándose de las semillas de Liquidámbar, y en Perote se colectó asociada a *Penstemon* sp. (Scrophulariaceae) (figura 1). Producen sonido al frotar sus alas anteriores y posteriores.

Subfamilia Lygaeinae. Los miembros de esta subfamilia se reconocen fácilmente ya que son los lygaeidos más grandes y con una combinación de colores rojizos, anaranjados, amarillos y negros; la membrana del ala anterior tiene una celda bien definida (Brailovsky, 1975b, 1977a, 1977b, 1977c, 1977d, 1978a, 1979a, 1979b, 1979c, 1980, 1982, 1983; Slater, 1992). La mayoría de los lygaeidos viven sobre la vegetación, alimentándose de la savia de las plantas, o bien de las semillas; las primeras se encuentran generalmente asociadas con asclepiadáceas (figura 2), y las últimas se pueden encontrar sobre compuestas. Ambos grupos secuestran compuestos secundarios de sus hospederas y presentan coloraciones llamativas que advierten a sus depredadores. Algunas otras especies están asociadas con bromelias (Elizalde, 2006).

Subfamilia Orsillinae. Relativamente pequeños, opacos y de color pardo grisáceo; hemélitro en gran parte sin puntuaciones (Ashlock, 1967). Las especies del género *Nysius* son generalmente polífagas, mientras que *Belonochilus numenius* se alimenta de las semillas de *Platanus mexicana* (Haya).

Familia Ninidae

Los miembros de esta familia son pequeños, de color pardo claro a amarillo y con numerosas puntuaciones y su cuerpo es frecuentemente elíptico (Brailovsky, 1975a).

Familia Oxycarenidae

Los miembros de esta familia son pequeños, usualmente bastante aplanados y varias especies son

mímicos de hormigas. Las formas no miméticas tienen la cabeza alargada; márgenes del pronoto redondeados (Brailovsky y Barrera, 1979). Las especies mirmiformes viven sobre el suelo, aunque la mayoría de las especies se encuentran sobre árboles, arbustos o hierbas y en plantas epífitas.

Familia Pachygronthidae

Cuerpo generalmente alargado y delgado, de color amarillo o pardo claro, con antenas muy largas. Los miembros de la tribu Teracriini son más cortos y robustos. El cuerpo está fuertemente punteado y con los fémures anteriores gruesos y armados con espinas (Slater, 1955). Las ninfas pueden tener líneas longitudinales rojas en el abdomen, lo cual parece incrementar su semejanza con las semillas de las cuales se alimentan. La mayoría de las especies están asociadas a Ciperáceas y sus cuerpos semejan las estructuras reproductivas de sus hospederas.

Familia Piesmatidae (subfamilia Piesmatinae)

Superficie del cuerpo reticulada; placas mandibulares alargadas; tarsos con dos artejos (Brailovsky, 1984). Existen varios registros del género *Piesma* asociada a especies de *Chenopodium*.

Familia Rhyparochromidae

Es la familia más diversa y compleja dentro de los Lygaeoidea. La mayoría de las especies tienen coloraciones crípticas, en combinaciones de pardo, negro y blanco. Algunas formas son mirmecófilas. Usualmente los fémures anteriores están ensanchados y presentan espinas (Cervantes y Brailovsky, 2004). Se caracterizan por habitar en el suelo por debajo de las plantas, alimentándose de sus semillas. Debido a que las tribus de esta familia constituyen

unos de los grupos de Lygaeoideos más diversos en nuestro país, se incluye también una pequeña nota de cada una de las tribus de esta familia.

Tribu Antillocorini. Muy pequeños a minúsculos. Varias especies de esta tribu están asociadas a *Ficus* spp. alimentándose de sus semillas (Pacheco, 2002). Por una revisión en proceso del género *Botocudo*, se sabe que existen innumerables especies nuevas de este grupo.

Tribu Cleradini. La forma del cuerpo varía de corta y robusta a grande y con el cuello alargado. Algunas de sus especies son hematófagas.

Tribu Drymini. Generalmente de tamaño pequeño a mediano y se encuentran corriendo rápidamente sobre el suelo.

Tribu Lethaeini. Son de tamaño mediano a relativamente grande, con la superficie del cuerpo brillante. Se caracterizan por la presencia de áreas iridiscentes en la base de la cabeza. Las especies mexicanas viven sobre el suelo y son muy buenas corredoras y algunas han sido encontradas alimentándose ocasionalmente de semillas de *Ficus* (Cervantes y Gámez, 2006; O'Donnell, 1986, 2001).

Tribu Myodochini. Esta tribu es probablemente la más abundante y diversa en México. La forma y tamaño del cuerpo son muy variables, pudiendo ser pequeños y robustos, hasta alargados y delgados y algunas especies son mirmecófilas (Harrington, 1980; Brailovsky, 1981, 1989; Cervantes, 2005b; Cervantes y Gámez, 2005; Cervantes y Pacheco, 2003, 2006). En Veracruz ocupa principalmente las áreas con vegetación tropical, y muchas de sus especies se alimentan de las semillas de euphorbiáceas, moráceas, gramíneas y compuestas y por lo general tienen las patas delanteras bien desarrolladas para manipular las semillas de las cuales se alimentan (figura 3).

Tribu Ozophorini. Las especies de esta tribu son de tamaño mediano, generalmente de color pardo, amarillo o negro, frecuentemente con un anillo blanco en el artejo antenal IV. La mayoría de las especies viven sobre el suelo, sin embargo varias de

las especies del género *Ozophora* son consideradas arbóreas, alimentándose muchas de ellas de las semillas de diversas especies de *Ficus* (figura 4). Algunas especies son atraídas a la luz y suelen ser muy abundantes y con un comportamiento gregario (Cervantes *et al.*, 2004).

Tribu Udeocorini. Esta tribu se caracteriza por tener los espiráculos dorsales en los segmentos II a IV; la forma del cuerpo puede variar de alargada y delgada a ancha o elíptica. Es una tribu escasamente representada en México (Brailovsky, 1978b).

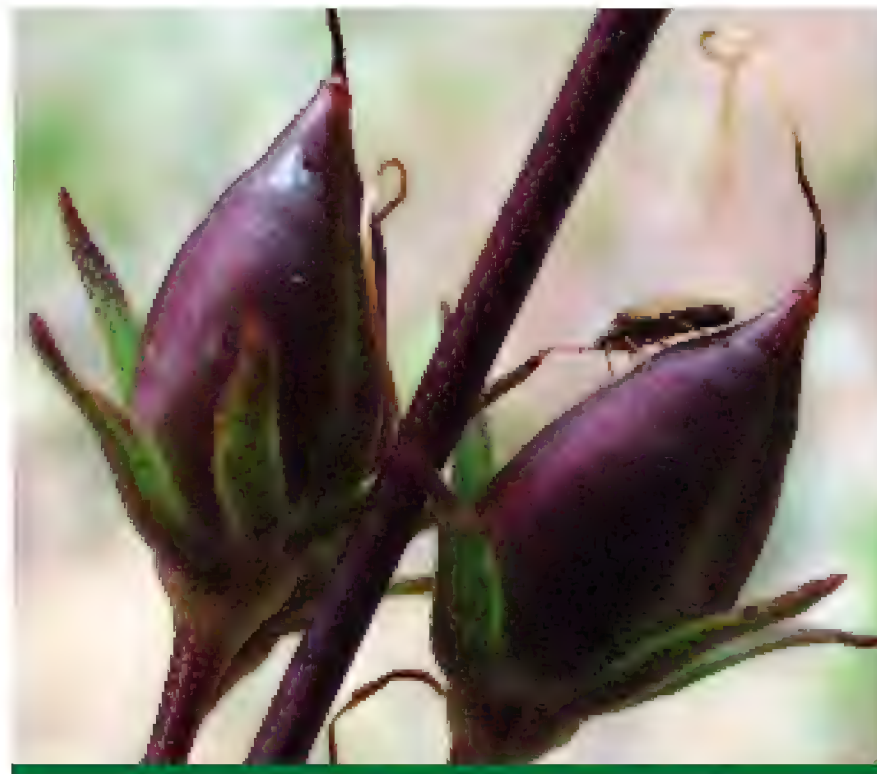


FIGURA 1. *Kleidocerys* sp. (Ischnorhynchinae) sobre botones florales de *Penstemon* sp. (Scrophulariaceae), se trata de una especie nueva para la ciencia (Foto: Luis Cervantes Peredo).

BIOLOGÍA

La mayoría de los Lygaeoideos son fitófagos, a excepción de los Geocorinae que son depredadores de otros insectos, y los Cleradini que son hematófagos alimentándose de sangre de vertebrados. Aunque casi todos se alimentan de plantas, sus hábitos dentro de este gremio son muy diversos. La mayoría vive sobre el suelo alimentándose de las semillas de



FIGURA 2. *Oncopeltus sexmaculatus* (Lygaeinae) sobre frutos de *Marsdenia mexicana* (Asclepiadaceae), especie que secuestra compuestos secundarios de su planta huésped que le sirven para evitar la depredación, por lo tanto tiene una coloración de advertencia (Foto: Luis Cervantes Peredo).



FIGURA 3. *Cholula bracteicola* (Myodochini) sobre frutos de *Ficus cotinifolia* (Moraceae), chinche arborícola probablemente endémica de la región del Golfo de México, incluyendo Veracruz y Tamaulipas (Foto: Luis Cervantes Peredo).

sus plantas hospederas cuando están maduras, aunque también hay varios grupos que viven sobre sus plantas hospederas y se alimentan de la savia de tallos y hojas o bien de estructuras reproductivas como flores, frutos y semillas en desarrollo. Se pueden considerar a algunos grupos de Lygaeoideos como especialistas en algunos grupos de plantas, pero usualmente no están asociados a una sola especie de planta, sino a varias especies cercanamente relacionadas. En general podemos decir que los Cymidae y Pachygronthidae están asociados con pastos y ciperáceas (Slater, 1955); los Blissidae con pastos y bambúes (Slater y Wilcox, 1969), los Lygaeinae con asclepiadáceas, compuestas y convolvuláceas (Elizalde, 2006); varios géneros de Antillo-corini, Myodochini y Ozophorini se asocian con moráceas, especialmente del género *Ficus* (Cervantes, 2005a, Slater, 1995); los miembros de Orsillinae se alimentan frecuentemente de compuestas.



FIGURA 4. *Ozophora baranowskii* (Ozophorini) sobre *Ficus* sp. (Moraceae), esta especie tiene una amplia distribución en México, Centro y Sudamérica, y el Caribe (Foto: Luis Cervantes Peredo).

Se sabe que algunos grupos secuestran compuestos secundarios de sus hospederas y los utilizan para su defensa, siendo que algunas formas adquieren coloraciones llamativas para advertir a sus depredadores. Las especies de chinches cuyas plantas hospederas poseen una fenología muy restringida, tienen una sola generación al año; aunque las especies que se alimentan de un amplio rango de hospederas, o las que tienen hospederas con varios picos de fructificación al año, suelen tener varias generaciones.

El ciclo de vida varía de una especie a otra, sin embargo, todos pasan por la etapa de huevo y cinco estadios ninfales antes de alcanzar el estado adulto. Las hembras suelen ovipositar en el suelo, entre la hojarasca, o bien sobre sus plantas hospederas, poniendo huevos solitarios o en pequeñas masas. Muchas especies presentan estructuras estridulatorias, que son modificaciones de patas, alas o la superficie del cuerpo que utilizan para producir sonidos. Muchos tienen los fémures y tibias de las patas delanteras engrosados o con espinas, los cuales les sirven para manipular las semillas de las cuales se alimentan. Existen además varios grados en el desarrollo alar, por ello las especies que viven en hábitats más permanentes, o en cuevas suelen tener alas reducidas (braquípteras), mientras que las que viven en ambientes poco estables y muy variables suelen tener alas bien desarrolladas (macrópteras) y son buenos voladores.

DIVERSIDAD

De acuerdo al trabajo de Slater y Brailovsky (2000) sólo se registraban para México 284 especies de Lygaeidae, pero debido a los cambios en la clasificación propuesta por Henry (1997a), así como a los nuevos registros y nuevas especies encontradas recientemente, el número de especies de Lygaeoidea se incrementó en un 12 %.

Con esta nueva clasificación y los trabajos recientes, se tienen en la actualidad 318 especies

de la Superfamilia Lygaeoidea registrados para México, en donde el estado con mayor diversidad es Veracruz con 134 especies; le siguen Oaxaca con 112, y Guerrero, Chiapas y Jalisco con 89, 84 y 83, respectivamente. Los estados con menor número de especies son Tlaxcala con dos y Aguascalientes con seis. Estos datos ofrecen una imagen general de la distribución del grupo, indicando los estados mejor muestreados, mientras que aquellos que requieren de mayor atención son Chihuahua, Coahuila, Tlaxcala, Querétaro, Quintana Roo (cuadro 1).

Si consideramos que a nivel mundial existen alrededor de 5 300 especies de Lygaeidos, y que sólo 318 han sido registradas para México, es probable que existan numerosas especies más por identificar y por describir. Aun cuando Veracruz es quizá uno de los estados de la República Mexicana mejor estudiados, se requiere abocarse a revisiones profundas de varios grupos, como son: Orsillinae, Geocorinae, y dentro de Rhyparochromidae las tribus Antilocorini, Ozophorini y Myodochini, los cuales son capturados en muy distintos hábitats.

DISTRIBUCIÓN

El presente análisis se basa solamente en los ejemplares que se encuentran determinados en la Colección Nacional de Insectos del Instituto de Biología de la UNAM y en datos publicados a la fecha, no obstante, existen en esa colección más de 250 000 ejemplares de Lygaeoidea de México los cuales todavía no han sido identificados. Por ello, los datos de la distribución al igual que el número de especies es incompleto, aún más si consideramos que algunos de los grupos más diversos (Antilocorini, Ozophorini, Myodochini) han sido los menos estudiados. En el apéndice VIII.24 se enlistan cada una de las especies de Lygaeoideos registradas para Veracruz incluyendo los municipios.

CUADRO I. Grupos de la superfamilia Lygaeoidea registrados para cada estado de la República Mexicana basados en las colecciones de insectos del Instituto de Biología, UNAM.

	Ags	BC	BCS	Cam	Chih	Chis	Coah	Col	DF	Dgo	Gro	Gro	Hgo	Jal	Mex	Mich	Mor	Nay	NL	Oax	Pue	Qro	Qroo	SLP	Sin	Son	Tab	Tamps	Tlax	Ver	Yuc	Zac
Berytidae	0	2	6	2	4	6	2	1	1	9	5	0	6	6	2	6	4	5	4	11	8	1	0	2	0	3	0	4	0	7	2	0
Blissidae	0	0	1	3	1	6	0	4	1	0	7	0	0	5	1	5	1	5	0	8	5	1	1	3	0	1	4	1	0	10	1	0
Cymidae	0	0	0	0	1	3	1	0	1	0	1	0	2	2	1	1	1	2	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	5	0	0
Geocoridae	0	0	2	0	0	2	0	0	1	0	5	1	3	3	0	2	4	2	0	5	1	0	0	4	0	2	1	0	0	1	0	1
Bledionotinae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Geocorinae	0	0	2	0	0	2	0	0	1	0	4	1	3	2	0	1	4	1	0	4	1	0	0	4	0	2	1	0	0	1	0	1
Lygaeidae	3	7	17	3	9	29	7	8	18	15	28	8	14	24	18	21	29	16	20	38	23	4	9	26	11	14	9	12	1	40	9	8
Ischnorhynchinae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Lygaeinae	3	7	17	3	8	27	7	8	14	15	26	8	14	23	16	20	26	15	17	33	21	4	9	23	11	13	9	12	1	34	9	8
Orsillinae	0	0	0	0	1	2	0	0	3	0	0	0	0	1	2	0	2	1	3	3	2	0	0	3	0	1	0	0	0	5	0	0
Ninidae	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0	0
Oxycarenidae	1	0	0	0	0	0	0	0	1	4	2	0	4	1	4	1	4	0	2	3	2	0	0	3	0	0	0	2	0	0	0	1
Pachygronthidae	1	0	2	0	0	4	0	1	1	0	3	1	1	3	1	2	1	3	1	2	1	0	0	3	0	1	2	0	0	6	0	0
Piesmatidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0
Piesmatinae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0
Rhyparochromidae	1	8	8	11	5	32	2	7	3	16	37	4	16	35	22	12	20	11	9	40	23	6	9	21	16	13	13	28	1	62	10	4
Rhyparochrominae	1	8	8	11	5	32	2	7	3	16	37	4	16	35	22	12	20	11	9	40	29	6	9	21	16	13	13	28	1	62	10	4
Antillocorini	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0
Cleradini	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
Drymini	0	1	1	0	0	0	0	0	2	4	1	2	3	0	5	0	0	0	3	2	6	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	1
Gonianotini	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	2	0	1	2	1	2	1	0	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Lethaeini	0	1	0	6	0	7	0	0	1	0	7	0	2	11	2	1	4	1	0	5	6	2	3	5	1	0	1	5	1	11	2	0
Myodochini	0	3	4	5	3	15	2	3	0	10	23	0	9	14	13	7	13	9	4	21	12	2	3	10	10	10	9	14	0	31	7	1
Ozophorini	1	2	2	0	1	8	0	3	0	1	3	1	1	6	1	2	1	1	2	6	4	2	3	2	2	2	3	8	0	13	1	1
Rhyparochromini	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Udeocorini	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0
Total Especies	6	17	36	19	20	84	12	21	27	44	89	14	47	83	50	50	64	44	39	112	71	13	19	66	28	34	30	47	2	134	22	14

Dado que la región de la Costa del Golfo de México ocupa la mayor parte del estado se considera que la fauna de Lygaeoidea registrada para el estado es de origen Neotropical. Los grupos de origen Neártico están escasamente representados o ausentes, como es el caso de los Drymini y Gonianotini. Dos especies, *Antillocoris punctatus* y *Bacacephalus globiceps* fueron citados para Veracruz, sin embargo, no existen registros precisos para estas especies, por lo que no se mencionan los municipios en el apéndice referido.

Sólo nueve especies de Lygaeoideos podemos reconocer como endémicas para Veracruz, sin embargo la capacidad de dispersión y adaptación del grupo es muy elástica, lo cual sugiere que al intensificar las colectas en estados circundantes se pueda expresar de mejor manera la distribución de las especies y cómo las comparten.

De acuerdo con las Provincias Florísticas propuestas por Rzedowski (1978), en Veracruz se encuentran cinco de ellas, de las cuales, la Provincia de la Costa del Golfo de México ocupa la mayor parte del estado, y las otras cuatro comprenden regiones muy discretas dentro del estado.

COSTA DEL GOLFO DE MÉXICO

Dado que esta es la región que ocupa la mayor parte del territorio veracruzano, se han registrado hasta hoy 97 especies de Lygaeoideos, siendo predominantes los grupos de origen Neotropical como son: Blissidae, Lethaeini, Myodochini y Ozophorini.

PLANICIE COSTERA DEL NORESTE

En esta región, sólo se han registrado dos especies de Lygaeinae.

SERRANÍAS MERIDIONALES

Al igual que en la región anterior, sólo se han registrado dos especies de Lygaeinae.

SIERRA MADRE ORIENTAL

En esta región se registraron 50 especies, las cuales, en su mayoría, son de origen Neotropical, aunque existen algunos elementos Neárticos que están más asociados con bosques de encino y pino, un grupo característico de esta zona es el de los Drymini.

VALLE DE TEHUACÁN-CUICATLÁN

Para esta zona relativamente seca, sólo se tiene registrada una especie de Geocorinae.

IMPORTANCIA

Veracruz es el estado con mayor riqueza de especies de Lygaeoidea de toda la República Mexicana, sin embargo, como lo muestran los estudios más profundos sobre la fauna de Oaxaca, aun existen numerosas especies nuevas para la ciencia las cuales deben ser estudiadas antes de que sus hábitats sean destruidos.

La mayoría de las especies tiene importancia ecológica en la germinación de las semillas de sus plantas hospedadoras y por lo tanto en la regeneración de la vegetación, sin embargo, algunas especies de Blissidae y Pachygronthidae pueden considerarse como plagas de pastos. Por su parte, los miembros de la familia Geocoridae han sido utilizados en programas de control biológico.

LITERATURA CITADA

- ASHLOCK, P.D., 1967, A generic classification of the Orsillinae of the world (Hemiptera: Heteroptera: Lygaeidae), *University of California Publications in Entomology*, 48: 1-82.
- BRAILOVSKY, H., 1975a, Contribución al estudio de los Hemiptera-Heteroptera de México VI. Una nueva especie de *Cymoninus* Breddin (Lygaeidae-Cyminae-Ninini), *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 36: 177-181.
- , 1975b, Contribución al estudio de los Hemiptera-Heteroptera de México VII. Distribución y diagnosis de las especies del género *Melanopleurus* Stal (Lygaeidae-Lygaeinae) y descripción de dos nuevas especies, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología 46(1): 53-62.
- , 1976, Contribución al estudio de los Hemiptera-Heteroptera de México X. Una nueva especie del género *Kleidocerys* Stephens (Lygaeidae-Ischnorhynchiinae) y datos de la distribución geográfica de las especies mexicanas del género, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología 47(2): 43-48.
- , 1977a, Una nueva especie del género *Neacoryphus* (Hemiptera-Heteroptera-Lygaeinae) de Costa Rica, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología 48(1): 93-96.
- , 1977b, Contribución al estudio de los Hemiptera-Heteroptera de México XII. El género *Neacoryphus* Scudder (Lygaeidae-Lygaeinae) y descripción de tres nuevas especies, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología. 48(1): 97-122.
- , 1977c, Contribución al estudio de los Hemiptera-Heteroptera de México XIII. Revisión del género *Acroleucus* Stal (Lygaeidae-Lygaeinae) con descripción de una nueva especie, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología 48(1): 123-128.
- , 1977d, Una nueva especie del género *Melanopleurus* Stal (Hemiptera-Heteroptera-Lygaeinae) de California, Estados Unidos de Norteamérica, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología 48(1): 129-132.
- , 1978a, Estudio del género *Lygaeus* Fabricius 1794, del Nuevo Mundo, con descripción de cinco nuevas especies (Hemiptera-Heteroptera-Lygaeidae-Lygaeinae), *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología 49 (1): 123-166.
- , 1978b, Contribución al estudio de los Hemiptera-Heteroptera de México XIV. Una nueva especie de *Neosuris* Barber (Lygaeidae: Udeocorini), *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología 49 (1): 167-170.
- , 1979a, Seis nuevas especies del género *Melanopleurus* Stal (Hemiptera-Heteroptera-Lygaeidae-Lygaeinae), *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología 50(1): 193-204.
- , 1979b, Revisión del Género *Craspeduchus* Stal con descripción de dos nuevas especies (Hemiptera-Heteroptera-Lygaeidae-Lygaeinae), *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología 50(1): 205-226.
- , 1979c, El género *Neacoryphus* Scudder en Sudamérica, y descripción de tres nuevas especies (Hemiptera-Heteroptera-Lygaeidae-Lygaeinae), *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología 50(1): 227-239.
- , 1980, Revisión del género *Acroleucus* Stal (Hemiptera-Heteroptera-Lygaeidae-Lygaeinae), *Folia Entomológica Mexicana* 44: 39-120.
- , 1981, Hemiptera-Heteroptera de México XXI. Notas acerca de *Cholula* Distant y descripción de nuevas especies (Lygaeidae: Rhyparochorminae: Myodochini), *Folia Entomológica de México* 47: 51-68.
- , 1982, Revisión del complejo *Ochrimnus*, con descripción de nuevas especies y nuevos géneros (Hemiptera-Heteroptera-Lygaeidae-Lygaeinae), *Folia Entomológica Mexicana* 51: 1-163.
- , 1983, Revisión del género *Torvochrimnus* Brailovsky (Hemiptera-Heteroptera-Lygaeidae-Lygaeinae), *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología 53 (1): 285-320.
- , 1984, Hemiptera-Heteroptera de México. Revisión de la familia Piesmatidae Spinola, *Anales del*

- Instituto de Biología*, UNAM, serie Zoología 55 (1): 177-182.
- , 1989, Hemiptera-Heteroptera de México XL. Dos nuevas especies y nuevos registros del género *Pseudopamera* Distant (Lygaeidae: Myodochini), *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, serie Zoología 59: 203-218.
- BRAILOVSKY, H. y E. Barrera, 1979, Contribución al estudio de los Hemiptera-Heteroptera de México XVI. La subfamilia Oxycareninae (Lygaeidae), con descripción de una nueva especie, *Folia Entomológica Mexicana* 41: 81-93.
- CERVANTES, P.L., 2005a, Lygaeidae (Hemiptera-Heteroptera) asociados con *Ficus* spp. (Moraceae) en el área de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, en R. Dirzo Reyes, C.P. y R.G. Sánchez (eds.), *Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México*, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Impreso en Hong Kong, pp. 367-388.
- , 2005b, Two new species of *Myodocha* (Lygaeoidea: Rhyparochromidae: Myodochini) with a key to species, *Annals of the Entomological Society of America* 98(4): 458-469.
- CERVANTES, P.L. y H. Brailovsky, 2004, Listado de los Lygaeidae (Heteroptera), en García, A.A. y B.R. Ayala (eds.), *Artrópodos de Chamela*, Instituto de Biología, UNAM, pp. 83-105.
- CERVANTES, L. y S. Gámez, 2005, Three species of facultative Myodochini (Lygaeoidea: Rhyparochromidae: Myodochini) associated with figs in Mexico, *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 107(2): 362-375.
- CERVANTES, L. y S. Gámez, 2006, Lethaeini (Hemiptera: Lygaeoidea: Rhyparochromidae) associated with figs in Mexico, *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 108(1): 101-118.
- CERVANTES, P.L. y R.I. Pacheco, 2003, Biology and description of a new species of *Cholula* (Rhyparochromidae: Myodochini) associated with a fig in Mexico, *Journal of the New York Entomological Society* 111(1): 41-47.
- CERVANTES P.L. e R. I. Pacheco, 2006, Biología y descripción de los estadios ninfales de *Cholula maculatus* Distant (Hemiptera-Heteroptera: Lygaeoidea: Rhyparochromidae: Myodochini), *Acta Zoológica Mexicana*, 22(3): 67-73.
- CERVANTES, P.L., R.I. Pacheco y P.A. Sánchez, 2004, Immature stages and life cycles of five species of *Ozophora* Uhler (Hemiptera: Rhyparochromidae: Ozophorini) associated with figs in Mexico, *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 106(3): 654-674.
- DISTANT, W.L., 1880-1893, Insecta Rhynchota. Hemiptera-Heteroptera, vol. 1. *Biologia Centrali Americana*, Londres: 1-462.
- ELIZALDE, A.E., 2006, *Diversidad de Lygaeinae (Hemiptera: Heteroptera) de Oaxaca, México*, tesis de licenciatura, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México, 98 pp.
- HAMID, A., 1975, A systematic revision of the Cyminae (Heteroptera: Lygaeidae) of the world with a discussion of the morphology, biology, phylogeny and zoogeography, *Occasional Publications Entomological Society of Nigeria* 14: 1-179.
- HARRINGTON, J., 1980, A generic level revision and cladistic analysis of the Myodochini of the World (Hemiptera, Lygaeidae, Rhyparochrominae), *Bulletin of the American Museum of Natural History* 167: 49-116.
- HENRY, T.J., 1997a, Phylogenetic analysis of family groups within the Infraorder Pentatomorpha (Hemiptera: Heteroptera), with emphasis en the Lygaeoidea, *Annals of the Entomological Society of America* 90(3): 275-301.
- , 1997b, Monograph of the stilt bugs, of Berytidae (Heteroptera) of the Western Hemisphere, *Memories of the Entomological Society of Washington* 19: 1-149.
- , 1997c, Cladistic analysis and revision of the stilt bug genera of the world (Heteroptera: Berytidae), *Contributions of the American Entomological Institute* 30 (1): 1-100.

- HENRY, T.J. y R.C. Froeschner, 1998, Catalog of the Stilt Bugs or Berytidae of the World (Insecta: Hemiptera: Heteroptera), *Contributions of the American Entomological Institute* 30 (4): 1-72.
- O'DONNELL, J.E., 1986, *Systematics of Western Hemisphere Lethaeini (Insecta: Hemiptera: Lygaeidae)*, Ph.D. Thesis, University of Connecticut, EUA, 253 pp.
- , 2001, A new genus and five new species of Neotropical Lethaeini (Heteroptera: Lygaeoidea: Rhyparochromidae), *Florida Entomologist* 84(1): 133-146.
- PACHECO, R.I., 2002, *Biología de la Familia Lygaeidae (Hemiptera-Heteroptera) asociados a Ficus spp. (Mora-ceae) en la Estación CICOLMA, Veracruz*, tesis profesional FES Iztacala, UNAM, 93 pp.
- RZEDOWSKI, J., 1978, *La Vegetación de México*, Limusa, México, 432 pp.
- SCHUH, R. y J.A. Slater, 1995, True bugs of the World (Hemiptera: Heteroptera). Classification and Natural History, *Cornell University Press*: 1-336.
- SLATER, A., 1992, A genus revision of Western Hemisphere Lygaeinae (Heteroptera: Lygaeidae) with keys to species, *University of Kansas Science Bulletin* 55: 1-56.
- SLATER, J.A., 1955, A revision of the subfamily Pachygronthinae of the World (Hemiptera: Lygaeidae), *Philippine Journal of Science* 84: 1-160.
- , 1964, *A Catalogue of the Lygaeidae of the World*, vols. 1 y 2, University of Connecticut, Storrs: 1-1688.
- , 1995, Fifteen new species of *Ozophora* from Central and South America with a key to Mainland Neotropical species (Hemiptera: Lygaeidae), *American Museum Novitates* 3135: 1-31.
- SLATER, J.A. y H. Brailovsky, 2000, Lygaeidae (Hemiptera), en B.J.E. Llorente, E.S. González y N. Papavero, (eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*, UNAM, Facultad de Ciencias, pp. 319-333.
- SLATER, J.A. y J.E. O'Donnell, 1995, *A Catalogue of the Lygaeidae of the World (1960-1994)*, New York Entomological Society, Nueva York, 410 pp.
- SLATER, J.A. y D.B. Wilcox, 1969, A revision of the genus *Ischnodemus* in the Neotropical Region (Hemiptera: Lygaeidae: Blissinae), *Miscellaneous Publications of the Entomological Society of America* 6: 197-238.
- STÅL, C., 1862, Hemiptera Mexicana enumerativ speciesque novas descripsit, *Stettiner Entomologische Zeitung* 23: 81-118, 273-281, 289-325, 437-462.

Mariposas diurnas

Papilionoidea y Hesperioidea

(Insecta: Lepidoptera)



Moisés Armando Luis Martínez
Jorge Enrique Llorente Bousquets
Isabel Vargas Fernández
Fernando Hernández Baz

INTRODUCCIÓN

Los Rhopalocera incluyen a las mariposas que presentan antenas con extremidad en forma de maza; se les llama también diurnas por volar durante el día, aunque esta última característica no es exclusiva del grupo (Robert *et al.*, 1983). Se integra por Papilionoidea y Hesperioidea; la primera presenta la maza antenal recta y el cuerpo es delgado en proporción a las alas, mientras que en Hesperioidea la maza es curvada en su ápice, a menudo formando un pequeño gancho distal, además el tórax siempre es ancho en proporción con las alas (Ehrlich y Ehrlich, 1961).

Los papilionoideas están representados por cinco familias: Papilionidae, Pieridae, Lycaenidae, Riodinidae y Nymphalidae. Las Papilionidae por lo general son grandes; en los adultos, las seis patas son del mismo tamaño y presentan una epífisis tibial en las patas anteriores o protorácicas, los escleritos cervicales están unidos debajo del cérvix y sólo presentan una vena anal en las alas posteriores. Las

Pieridae son de tamaño mediano; las patas protorácicas están completamente desarrolladas en ambos sexos, pero carecen de la epífisis; las uñas tarsales son bífidas y es la única familia en la que la barra preespicular en la base del abdomen está ausente. Las Nymphalidae son de diversos tamaños; las patas protorácicas en ambos sexos son pequeñas y en su mayoría cubiertas con escamas modificadas. Lycaenidae son de tamaño pequeño a mediano; muchas especies presentan colores metálicos o iridiscentes; su cara es una superficie plana entre los ojos y éstos son emarginados hacia la antena; las patas protorácicas de los machos son, por lo general, reducidas en tamaño, mientras que en las hembras están bien desarrolladas (Ehrlich y Ehrlich, 1961; Scott, 1986).

Las hesperioideas presentan tórax generalmente robusto y musculoso. Los adultos presentan un vuelo rápido y brincón, cerca del piso; por lo general son territoriales y trazan círculos amplios a partir del lugar donde se encuentran posadas y regresan al mismo sitio. En general, su coloración es poco lla-

mativa y predominan los colores oscuros como el café y el negro (De la Maza, 1987).

Las mariposas diurnas representan el 13 % del total a nivel mundial del orden Lepidoptera. En México, de acuerdo con Llorente *et al.* (2006a) y Warren (2000) se estima que existen 2 049 taxones a nivel especie-subespecie. México contiene el 9.4 % de las especies descritas de las Papilionoidea y Hesperioidea de todo el mundo, en relación con la síntesis de Shields (1989) y Heppner (1991) (apéndice VIII.25). Con la excepción de los Papilionidae en la región Oriental, la Neotropical es la más rica de todas las regiones biogeográficas clásicas, lo que beneficia directamente la riqueza de la Zona de Transición Mexicana en donde se ubica México (Luis *et al.*, 2003).

En México existe poco más del doble de especies que en toda la región Neártica, un número considerablemente mayor al de la región Australiana y similar al de toda la región Paleártica. Además, la lepidopterofauna mexicana se integra por grupos de distintas filiaciones, varias de las cuales se han diversificado en el territorio mexicano, tal y como han señalado Halffter (1976, 1987), Llorente (1984), Luis *et al.* (2003), Oñate-Ocaña *et al.* (2006), Llorente *et al.* (2006b) y Luis *et al.* (2006).

La gran diversidad de ropalóceros en México se debe, principalmente, a dos factores: *i*) nuestro país se localiza en un área de convergencia tectónica que conjuga el solapamiento de dos regiones biogeográficas, la Neártica y la Neotropical, cuyos elementos son de diferentes épocas, y ambos contienen el 40 % del total mundial de los Lepidoptera, y *ii*) su situación intermedia extratropical e intertropical, que a la vez presenta gran cantidad de formaciones orográficas de distintas edades. Todo ello provoca enorme variedad de climas, que van de los desérticos hasta los más húmedos, y diversos tipos de vegetación (Luis *et al.*, 2000). Como consecuencia de una historia biogeográfica compleja, México y el área contigua a sus fronteras posee grupos paleo y neoendémicos de gran significado evolutivo; algu-

nos taxones son relictuales, sobre todo en las áreas xéricas del norte y sur-occidente, y en algunas comunidades de montaña de su mitad sur.

Oñate-Ocaña *et al.* (2006), Llorente *et al.* (2006b) y Luis *et al.* (2006), realizaron un análisis de Papilionoidea con base en el método panbiogeográfico; encuentran que un centro de diversificación singular para la biota es la provincia biogeográfica del Golfo de México, en donde Veracruz está inserto y ocupa gran parte de esta provincia (figura 1). Está integrada por la llanura costera del Golfo y limitada por barreras geográfico-climáticas, lo que genera gradientes altitudinales-climáticos-vegetacionales.

ANTECEDENTES DE RHOPALOCERA EN MÉXICO

Los estudios de las mariposas mexicanas comenzaron propiamente en los estados de Veracruz y Guerrero durante el siglo XVIII. Esto se debió a dos factores básicos: *a*) fue el paso obligado de los itinerarios hacia la capital de la república, desde los puertos de Veracruz y Acapulco (Llorente *et al.*, 1986; Luis y Llorente, 1990). Se iniciaron con los viajes de las Reales Expediciones a la Nueva España, efectuados a finales del siglo XVIII y principios del XIX, cuyos itinerarios iniciaban en estos puertos (Lamas, 1986); en el primero avanzaban hacia Xalapa o por Orizaba y Córdoba hacia la Ciudad de México, realizando recolectas en las inmediaciones de estas tres ciudades (Luis y Llorente, 1990); *b*) varias haciendas cercanas a las ciudades de Presidio, Orizaba, Córdoba, Huatusco, Coatepec y Xalapa, entre otras, fueron centros importantes de recolección faunística y florística para la magna obra *Biologia Centrali Americana* editada por Godman y Salvin (1878-1901) y cuyo material fue depositado en el Museo Británico de Historia Natural (Londres). Desde finales del siglo XIX a la fecha, las recolectas en el estado de Veracruz no han dejado de produ-

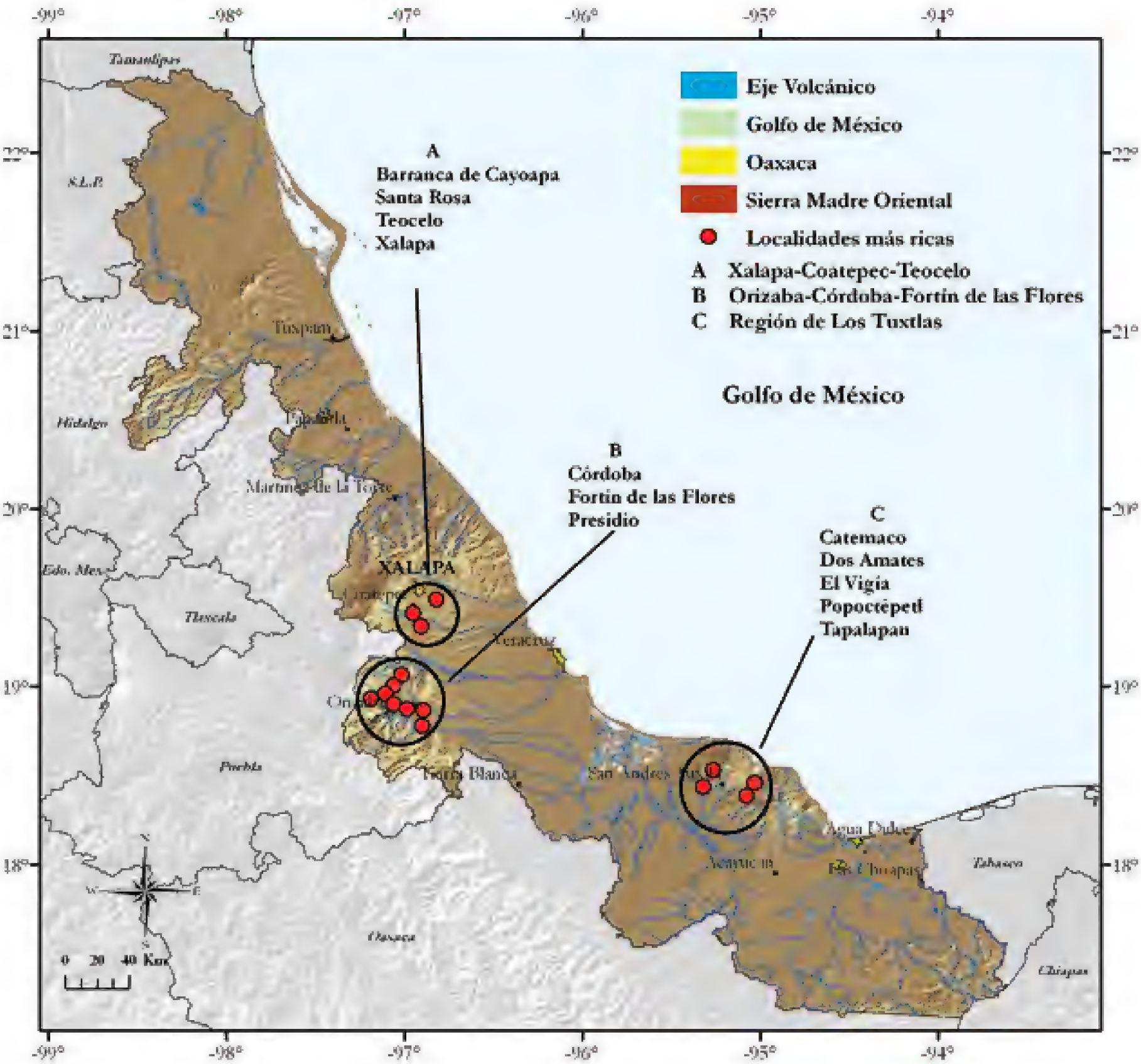


FIGURA 1. Riqueza faunística por localidades de recolecta en el estado de Veracruz.

cirse; sin embargo, han sido muy repetitivas a tres grandes regiones: *a*) Xalapa-Coatepec-Teocelo; *b*) Orizaba-Córdoba-Fortín de las Flores, y *c*) Región de Los Tuxtlas (Luis *et al.*, 1995), las cuales son las de mayor diversidad en México (Raguso y Llorente, 1997; Luis *et al.*, 2005).

La obra de Godman y Salvin (1879-1901) puede considerarse el punto de partida del estudio de las mariposas en México, ya que por primera vez se realiza una serie de recolectas en sitios precisos y circunscritos del territorio nacional, muchos de los cuales, en la actualidad, constituyen localidades "clásicas". En esta obra se citan 418 especies para el estado de Veracruz, obtenidas de 22 localidades; sin embargo, la mayoría de los registros provienen de tres sitios: Misantla, Xalapa y Coatepec, sitios recolectados por Schaus, Trujillo, Deppe, Höge y Brooks a finales del siglo XIX. De Xalapa, se obtuvo una riqueza de 187 especies, fue la región más importante de esa época.

En las primeras seis décadas del siglo XX la recolecta de mariposas que, en su mayor parte, estuvo a cargo de aficionados y comerciantes, entre los que destacan Roberto Müller y Tarsicio Escalante, tales recolectas en Veracruz y otros estados los llevó a la formación de extensas colecciones, que hoy en día se hallan dispersas en las grandes colecciones de Europa y los Estados Unidos. Una pequeña parte de la colección Müller se conserva en el Museo de Historia Natural de la Ciudad de México, en ella se encuentran depositadas 186 especies del estado de Veracruz, repitiéndose las mismas localidades. Entre 1960 y 1970, surgió gran número de aficionados que más tarde, en asociación con académicos de la UNAM y otras instituciones, crearon la Sociedad Mexicana de Lepidopterología. En Veracruz, el mayor interés de esta sociedad fue la región de Xalapa, pero su inicio fue en la región de Los Tuxtlas, motivados por los trabajos de Gary N. Ross (Ross, 1964a, b, c, 1966; 1975-1977) quienes hicieron de ésta una de las regiones de mayor dedicación por su riqueza y endémicos. Los que más destacaron

fueron los miembros de las familias De la Maza, White y Luis Lamberto González Cota, este último es quien tiene más ejemplares registrados, de acuerdo con la base de datos MARIPOSA.

La investigación institucional de este grupo se remonta a los trabajos de Carlos Christian Hoffmann realizados en el Instituto de Biología de la UNAM; su obra central *Catálogo sistemático y zoogeográfico de los lepidópteros mexicanos* fue la presentación de la lista de las especies reconocidas para la República Mexicana. Este catálogo contiene una generalización de su distribución geográfica, considerando el estudio de su colección, las colecciones más importantes de México producidas en esa época y la revisión de la bibliografía de ese entonces (Michán *et al.*, 2005; Hoffmann (1940-41)) registró 1 542 especies de Rhopalocera (782 Papilionoidea y 760 Hesperioidea) para México, de las cuales 582 (37.74 %) se citan directamente para Veracruz, y de una veintena más se puede inferir su presencia en ese estado (53.1 %).

Luis *et al.* (1995) reconocen y sintetizan la riqueza de Papilionoidea en tres regiones: *a*) Región de Xalapa-Coatepec-Teocelo (486 especies-subespecies), *b*) Orizaba-Córdoba-Fortín de las Flores (537), y *c*) Región de Los Tuxtlas (516).

La región de Xalapa-Coatepec-Teocelo fue muestreada sistemáticamente por más de tres años, lo que resultó en el reconocimiento de 333 especies de Papilionoidea (Llorente *et al.*, 1986). Actualmente el Museo de Zoología tiene depositados en su colección más de 37 000 ejemplares de Papilionoidea, provenientes de 115 localidades, correspondientes a 575 (78.1 %) de las especies que ocurren en Veracruz.

En la década de los 1980, Hernández Baz recolectó en la zona comprendida de Xalapa, Xico y Coatepec; posteriormente extendió su trabajo a las zonas de Córdoba y Orizaba, en especial a la Barranca de Metlac y laderas del Pico de Orizaba con bosques mesófilos de montaña de la zona central del estado de Veracruz. Algunas otras recolecciones incluyeron a la región de Los Tuxtlas y sus alrededores. En los últi-

mos años incluyó Coatzacoalcos, el norte del estado (sierra de Otontepec, los manglares de Tumilco, Jácome y la cuenca del río Tuxpan), las áreas insulares, así como la zona semidesértica próxima al Cofre de Perote y las zonas de pino-encino del Eje Neovolcánico (Hernández-Baz, 1991, 1992, 1993, 1994, 1999; Hernández-Baz y Deloya-López, 1992; Hernández-Baz e Iglesias-Andrew, 2001).

MÉTODOS

Los datos para el desarrollo de este capítulo provienen de la megabase MARIPOSA (colección de Lepidoptera del Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera”), que está soportada en el programa Biótica (Conabio), conteniendo poco más de 500 000 registros curatoriales de los ejemplares custodiados en las principales colecciones de México (Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias, MZFC, e Instituto de Biología, IBUNAM), ambas pertenecientes a la Universidad Nacional Autónoma de México, así como en las colecciones institucionales más importantes de los Estados Unidos e Inglaterra (Smithsonian Institution, American Museum of Natural History, Carnegie Museum of Natural History, Allyn Museum of Entomology y Museo Británico de Historia Natural), en donde se ha depositado gran parte de los ejemplares de México, obtenidos a través de recolectas efectuadas a lo largo de los siglos XIX y XX, además de incorporar los registros provenientes de la literatura especializada para este grupo (Luis *et al.*, 2003, 2005).

De la megabase de datos MARIPOSA se obtuvieron 77 482 registros, los cuales tienen la información curatorial de 84 401 ejemplares provenientes del estado de Veracruz, información que representa el 16.88 % de los registros de MARIPOSA. Adicionalmente se consultó la colección de Fernando Hernández-Baz con aproximadamente 1 600 especímenes veracruzanos de cerca de 400 taxones a nivel especie-subespecie.

Con esta información se realizó el análisis de los patrones de riqueza de registros, de especies y de endémicos a través de rutinas convencionales. En los análisis de patrones de distribución por regiones fueron considerados los registros puntuales y los bibliográficos; se realizaron consultas para reconocer el número de localidades y colectores. El análisis de estos registros demuestra que existe gran heterogeneidad entre los muestreos asociados a cada sitio o región, los cuales van desde recolectas ocasionales de unas horas, hasta trabajos faunísticos formales, observándose que muchas de las localidades están asociadas o cercanas a sitios clásicos, o apiñadas a puntos de gran diversidad, como se refiere en los trabajos de Luis *et al.* (1991, 1995, 2000), Raguso y Llorente (1991, 1997), Luis y Llorente (1993) y Vargas *et al.* (1994). En estos se resumen los muestreos seguidos en varias áreas clásicas de recolecta de mariposas diurnas, por ejemplo en las regiones de Xalapa, Presidio, Fortín de las Flores y Los Tuxtlas, entre otras. Aproximadamente el 90 % de los especímenes registrados para Veracruz provienen de las tres regiones citadas por Luis *et al.* (1995). Para el estudio de riqueza y otros análisis no se consideraron las especies de la familia Hesperidae.

DIVERSIDAD DE PAPILIONOIDEA

México posee 1 190 especies-subespecies de Papilionoidea (Llorente *et al.*, 2006a), distribuidas en cinco familias, 25 subfamilias, 311 géneros y 960 especies. La superfamilia Hesperioidea comprende la familia Hesperidae, cinco subfamilias, 232 géneros y 754 especies (Warren, 2000). Veracruz incluye 1 166 subespecies (cuadro 2; apéndice VIII.25) de ambas superfamilias, es el tercer estado con mayor diversidad de mariposas diurnas de México, después de Chiapas (1 312) y Oaxaca (1 209). Contiene el 57.2 % de las especies-subespecies y el 79.56 % de los géneros de Papilionoidea que ocurren en México.

CUADRO 1. Riqueza de especies de Papilionoidea y Hesperioidea en las regiones biogeográficas clásicas del mundo.

FAMILIA	M	V	N	NT	P	E	O	A	TOTAL	NG*
Hesperiidae	814	437	290	2 016	155	437	569	191	3 658	2 365
Papilionoidea	50	39	33	120	84	87	178	70	572	141
Pieridae	78	58	64	323	167	174	307	187	1 222	339
Lycaenidae	442	308	164	2 611	407	1 413	1 540	429	6 564	2 506
Nymphalidae	426	324	214	2 857	1 083	1 156	1 563	349	7 222	2 433
Total	1 810	1 166	765	7 927	1 896	3 267	4 157	1 226	19 238	7 784

M: México (Llorente, *et al.*, 2006a); V: Veracruz (Este capítulo); N: Neártica; NT: Neotropical; P: Paleártica; E: Etiópica; O: Oriental; A: Australia-Oceanía (Shields, 1989 y Heppner, 1991); NG*: Neotropical (Lamas, 2004); Lycaenida: Lycaenidae+Riodinidae.* Las especies de México y Veracruz están comprendidas ya sea en la región Neártica o en la Neotropical, por lo que ya están consideradas en los totales.

CUADRO 2. Comparación de especies-subespecies de Papilionoidea y Hesperioidea de Veracruz con respecto a México.

	SUBFAMILIAS		GÉNEROS		ESPECIES		ESPECIES-SUBESPECIES	
	M	V	M	V	M	V	M	V
HESPERIOIDEA								
Hesperiidae	5	4	232	182	794	437	859	437
PAPILIONOIDEA								
Papilionidae	2	1	10	9	48	38	79	39
Pieridae	3	3	35	30	77	58	109	59
Lycaenidae	3	2	81	66	244	180	255	180
Riodinidae	2	2	55	47	178	122	203	124
Nymphalidae	10	10	130	109	413	316	544	327
TOTAL	25	22	543	443	1 754	1 151	2 049	1 166

M = México; V = Veracruz

A nivel mundial Veracruz representa el 6.11 % de las especies, superando por 410 especies a toda la región Neártica y por abajo de la región Australiana con 51 especies (cuadro 1). Si se compara con la región Neotropical (la de mayor diversidad), Veracruz tiene una representación del 14.82 % de las especies de acuerdo con los datos de Shields (1989)

y Heppner (1991), y el 15.1 % tomando como base el trabajo de Lamas (2004), quien reconoce 7 784 especies para todo el Neotrópico.

En el cuadro 3 se muestra la riqueza estatal, de acuerdo con Llorente *et al.* (2006a); sin embargo, el número de taxones que ocurren para cada uno de los estados de la República Mexicana aún es difícil

de estimar con gran precisión, debido a la heterogeneidad en el esfuerzo de recolecta, ya que para algunos estados la recolección ha sido muy pobre o bajo métodos poco rigurosos. El número de localidades visitadas para cada estado va de unas cuantas a algunas centenas, al igual que los registros obtenidos, que pueden ir desde unas decenas, como es el caso de los estados de Aguascalientes, Guanajuato, Coahuila, Zacatecas y Tlaxcala, a varias decenas de millar, como en Oaxaca, Veracruz y Chiapas, hasta más de 150 000 registros como ocurre en Michoacán. Además, considérese que Hesperioidea es un grupo poco estudiado faunísticamente, que hasta la última década ha cobrado interés, en especial en la región del Pacífico (Vargas *et al.*, 1996; Warren *et al.*, 1998; Llorente *et al.*, 2004; Salinas-Gutiérrez *et al.*, 2005) y por lo cual no se presentan tales datos en este cuadro.

Con base en la riqueza de Papilionoidea por estado (cuadro 3), con fines descriptivos se dividió a éste en seis grupos: el primero por arriba de 700 especies, en donde únicamente se ubican los estados de Chiapas (832), Oaxaca (792) y Veracruz (738); el segundo grupo está representado por cuatro estados y su riqueza va de 421 a 501, dos de la vertiente del Golfo (Puebla y San Luis Potosí) y dos de la vertiente del Pacífico (Michoacán y Guerrero), la diferencia entre el primero y el segundo grupo es de 200 a 300 especies con respecto al estado de Veracruz, o de casi el doble entre el primero de la primera categoría y el último de la segunda. Los siguientes cuatro grupos están dados en función de la unidad de centena en la que se encuentran (menos de 100 especies-subespecies, de 101 a 200, de 201 a 300 y de 301 a 400). El tercer grupo está caracterizado por escasos trabajos faunísticos o recolectas continuas a lo largo de las últimas cuatro décadas. En la última categoría están los estados de los que se desconoce casi por completo la fauna de este taxón: Aguascalientes 91, Guanajuato 91, Coahuila 90, Zacatecas 59 y Tlaxcala 53, debido al poco trabajo e interés que ha generado su fauna.

Tlaxcala, el último estado en cuanto a su riqueza reconocida hasta ahora, tan solo tiene el 6.69 % del número de especies que ocurren en el estado de Oaxaca y el 7.2 % del estado de Veracruz.

COLECCIONES Y COLECTORES

El número de mariposas mexicanas depositadas en los museos de Estados Unidos supera los 75 000 especímenes (base de datos: MARIPOSA), de acuerdo con la revisión de las diez colecciones más importantes que contienen material mexicano. Se alcanzan 15 059 registros, con 21 381 individuos, para Veracruz; el Museo de Historia Natural del Condado de Los Ángeles es el que tiene el mayor número de registros y ejemplares con 3 239 y 3 980, respectivamente. Sin embargo, es el Museo Nacional de los Estados Unidos (Smithsonian Institution), el que tiene el mayor número de especies para el estado de Veracruz, con 455.

La Universidad Nacional Autónoma de México posee dos de las tres colecciones más importantes del país (Instituto de Biología y Museo de Zoología, Facultad de Ciencias), entre ambas poseen más de 100 000 ejemplares preparados en alfiler y más de 500 000 depositados en sobres; no todos los ejemplares depositados en sobres del Instituto de Biología han sido ingresados en la base de datos MARIPOSA o en alguna otra. Estos datos sólo incluyen a Papilionoidea y falta ingresar Hesperioidea. La tercera colección en importancia para México es particular y producto del trabajo e investigación de la familia De la Maza. Los datos de una parte importante de su colección están registrados en una serie de publicaciones de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología y en la obra de Roberto de la Maza Ramírez (1987).

De acuerdo con la base de datos se registraron 440 colectores, desde la época de Godman y Salvin —a finales del siglo XIX— hasta la primera década del siglo XXI.

CUADRO 3. Riqueza estatal

	PAP	PIE	LYC	RIO	NYM	PAPI
México	79	109	255	203	544	1190
Chiapas	42	67	180	147	396	832
Oaxaca	51	64	164	125	388	792
Veracruz	39	59	180	124	327	729
Guerrero	32	46	132	67	224	501
Puebla	34	49	118	65	228	494
San Luis Potosí	30	46	99	61	189	425
Michoacán	29	44	122	53	173	421
Jalisco	26	44	90	51	178	389
Tamaulipas	27	39	80	37	185	368
Tabasco	31	41	52	52	190	366
Hidalgo	27	46	74	33	169	349
Morelos	26	37	89	42	148	342
Colima	30	37	67	48	140	322
Campeche	22	27	58	54	146	307
Nayarit	25	37	59	34	145	300
Quintana Roo	26	26	38	51	149	290
Sonora	16	45	68	34	105	268
Yucatán	20	28	62	45	113	268
Sinaloa	21	36	60	33	107	257
Nuevo León	26	31	39	24	114	234
Estado de México	19	34	35	13	94	195
Chihuahua	11	28	29	19	72	159
Durango	12	29	33	14	66	154
Baja California	13	30	51	10	44	148
Baja California Sur	9	30	36	19	45	139
Querétaro	15	34	25	9	48	131
Distrito Federal	6	30	27	5	48	116
Guanajuato	9	26	13	5	38	91
Aguascalientes	6	20	16	5	44	91
Coahuila	7	19	16	4	44	90
Zacatecas	4	17	10	2	26	59
Tlaxcala	4	16	7	1	25	53

PAP= Papilionidae; PIE= Pieridae; LYC= Lycaenidae;
RIO= Riodinidae; NYM= Nymphalidae; PAPI= Papilionoidea.
No se considera a Hesperioidea

Entre éstos se incluyen investigadores adscritos a centros de investigación de México y el extranjero, a diletantes que formaron colecciones a lo largo del siglo XX (o que depositaron parte de sus recolectas en diferentes colecciones de México y el extranjero), y también a comerciantes que, bajo el pretexto de formar colecciones particulares fomentaron la explotación intensiva de mariposas en varias partes de México y del estado de Veracruz, principalmente en las tres grandes regiones señaladas por Luis *et al.* (1995). Tales zonas que

se caracterizan por áreas cubiertas con bosques mesófilo de montaña y tropical perennifolio. El 57.35 % de los ejemplares registrados en la base de datos MARIPOSA, provienen de 20 recolectores, destacando Luis Lamberto González Cota con el 19.93 % (17 145) de los ejemplares. El 26.41 % de los ejemplares carece de una etiqueta que indique el responsable de la recolecta, mientras que el 16.23 % (13 960) de los ejemplares proviene del trabajo de recolecta de 420 personas (cuadro 4).

CUADRO 4. Principales recolectores en Veracruz

COLECTORES	INDIVIDUOS	%
Luis Lamberto González Cota	17 145	19.93
Alma Garcés Medina	13 900	16.16
Jorge Llorente Bousquets	3 855	4.48
Jesus L. Saldaña M.	3 185	3.70
Tarsicio Escalante	2 875	3.34
Roberto de la Maza	1 904	2.21
Fernando Hernández-Baz*	1 611	1.87
Armando Luis Martínez	664	0.77
Hector Pérez R.	650	0.76
Roberto Müller	565	0.66
Peter Hubbell	340	0.40
William H. Howe	312	0.36
A. Domínguez	298	0.35
L.W. Swan	280	0.33
Leonila Vázquez García	274	0.32
John Kemner	241	0.28
Carlos Velásquez	237	0.28
Adolfo Ibarra Vázquez	227	0.26
Tarsicio Escalante	208	0.24
G. Pérez H.	200	0.23
William Schaus	181	0.21
E.C. Olson	180	0.21
Subtotal	49 332	57.35
Ejemplares sin etiquetas de colector	22 720	26.41
420 Colectores	13 960	16.23
Total	86012	100

* Los ejemplares no son parte de la base de datos MARIPOSA

RIQUEZA FAUNÍSTICA Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

La distribución geográfica y la riqueza regional se obtuvieron a partir de la megabase de datos MARIPOSA, donde se refieren 77 482 registros de 84 401 ejemplares, los que están representados en 586 localidades. En el cuadro 5 se presentan las 20 localidades que hasta la fecha registran la mayor riqueza, la cual puede apreciarse que es muy heterogénea debido al esfuerzo de recolecta diferencial efectuado. Si se considera la diferencia entre la primera y la última, el número es de más de 1 500 ejemplares, más aún si tenemos 98 localidades con un solo registro y, por consiguiente, con una especie registrada para cada una de éstas. De las 586 localidades,

361 (61 %) tienen 10 o menos individuos (1 165 ejemplares, 1.38 %). Lo que significa el escaso esfuerzo de recolecta efectuado en el tercer estado con mayor riqueza en México y el de mayor tradición histórica. De acuerdo con estos datos, se advierte una gran concentración geográfica de las recolectas, al registrar que 20 localidades suman el 69.97 % de los ejemplares y el 93.63 % (690) de las especies para el estado de Veracruz, las cuales en su mayoría se observan restringidas a tres regiones.

CUADRO 5. Riqueza de Papilionoidea por localidades de recolecta en Veracruz.

LOCALIDAD	ESPECIES	INDIVIDUOS
Catemaco	407	2 048
Presidio, Ixhuatlán del Café, Ver.	393	2 926
Cerro el Vigía	347	14 615
Xalapa	336	2 535
Cuetzalapan	313	7 742
Barranca de Cayoapa, Tejería	284	5 661
Córdoba	282	2 247
Tapalapan	271	2 135
Dos Amates, Catemaco	267	1 402
Popoctépetl	234	1 977
Fortín de las Flores, Jardín Moctezuma	232	2 442
Santa Rosa, Camino a, Teocelo	214	2 247
Veracruz	198	528
Parque Francisco Javier Clavijero, Xalapa	191	2 629
Teocelo	189	3 417
El Puente Texolo, Teocelo-San Marcos	172	1 327
Orizaba, Ver.	169	674
El Trapiche, 3 km S de Teocelo	168	1 511
Coatepec, Veracruz	164	498
Motzorongo	142	497
Total	690	59 058
Total de especies y ejemplares de Veracruz	738	84401
% con respecto a Veracruz	93.63	69.97
No se considera a Hesperioidea		

En la figura 1 se observan las 12 localidades con mayor riqueza faunística, cada una se ubica en una de las tres regiones de mayor diversidad del estado, y éstas próximas a una de las tres provincias biogeográficas que circunscriben al estado de Veracruz: a) Región de Xalapa-Coatepec-Teocelo contigua a la Provincia de la Sierra madre Oriental; b) Orizaba-Córdoba-Fortín de las Flores junto a la Provincia

del Eje Neovolcánico, y c) Región de Los Tuxtlas en la del Golfo de México.

También es importante considerar, para evaluar algunos resultados, que en zonas donde se comerció intensivamente con la fauna, los datos obtenidos de muchos ejemplares pueden estar falseados o errados a causa de las prácticas empleadas por los comerciantes y los aficionados, como es el caso de la región de Los Tuxtlas, área que fue el centro de acopio de muchos de los comerciantes que traficaron con el material entomológico y en la cual se registran aproximadamente 130 localidades de acuerdo con la descripción de cada una de las etiquetas (Luis *et al.*, 1995).

Para poder determinar cuál de las localidades es la de mayor riqueza (cuadro 5), se requiere considerar el tamaño del área, las áreas contiguas y la heterogeneidad ambiental, ya que pueden mezclarse varios tipos vegetacionales. En este cuadro se presentan las 20 localidades con mayor riqueza, las cuales en conjunto tienen 690 especies, lo que representa el 93.8 % de las especies que ocurren en el estado; 17 de tales localidades se ubican dentro de las tres regiones en donde se ha recolectado la mayor parte de los ejemplares de Veracruz.

DISTRIBUCIÓN POR TIPOS DE VEGETACIÓN

De acuerdo con la base de datos que analizamos contiene datos históricos que provienen desde finales del siglo XIX a la fecha, más del 80 % de los ejemplares son originarios de localidades donde se presentan bosques mesófilos de montaña y tropicales perennifolios. Esto principalmente se debe a dos factores que están bastante relacionados con los objetivos de recolecta que se marcaron durante el siglo XX. El primero se debió a la búsqueda de localidades con gran riqueza y fácil acceso, por lo cual tanto el bosque Mesófilo, como el Tropical-perennifolio cumplieron este requisito, de acuerdo con los datos de Llorente (1984), Raguso y Llorente

(1997) y Salinas-Gutiérrez *et al.* (2004). El segundo objetivo fue la búsqueda de elementos endémicos a estos bosques, al estado de Veracruz y a México, lo que para muchas de las especies les da un valor adicional, biogeográfico-sistemático y económico. Este último regido por la gran cantidad de comerciantes que saquearon no sólo la biodiversidad de Veracruz, sino del resto del país tal vez en nada han beneficiado a las comunidades originales de la región o al conocimiento científico.

El 90 % de las localidades se ubica dentro del transecto altitudinal que va de los 100 a los 1 500 m, muchas de estas localidades corresponden con la distribución original de los bosques mesófilo de montaña bajo y tropical perennifolio; en muy pocos casos hay recolectas en otros pisos altitudinales y, sobre todo, en otro tipo de vegetación, pues en ningún otro se ha llevado a cabo un estudio faunístico, y se desconoce la fenología y la estacionalidad de la fauna de mariposas en tales condiciones. Si además consideramos altitudes superiores a los 2 000 m, encontramos mayores disyunciones en la información sobre distribución geográfica y vegetacional de los ropalóceros de Veracruz, principalmente en las áreas boscosas de pinos, encinos y abetos (*e.g.*, Cofre de Perote y Pico de Orizaba), comunidades que sólo han sido utilizadas para buscar especies endémicas *e.g.*, *Nymphalis cyanomelas* (Doubleday).

Si se consideran los dos párrafos previos, se comprende que existe poco conocimiento sobre la distribución geográfica y vegetacional de los ropalóceros del estado de Veracruz, aun con el conocimiento que aportan las 586 localidades que han sido visitadas, pues únicamente en 15 ellas se conoce un 90 % de su fauna y sólo comprende dos tipos de vegetación: el bosque mesófilo y el bosque tropical perennifolio. De ambos se han reducido drásticamente sus distribuciones en el estado, por la expansión de las áreas de agricultura y ganadería extensiva, así como los asentamientos humanos.

Así, es indispensable conocer más sobre la distribución geográfica de este taxón, principalmente en

las áreas xéricas del centro y norte del estado y de todas sus montañas por arriba de la cota altitudinal de los 2 000 m. De las áreas bien conocidas, ¿Cuáles se deben de conservar si hay escasa representación geográfica de este taxón?

ENDEMISMO Y PATRONES DE DISTRIBUCIÓN Y RIQUEZA

México posee 2 049 especies-subespecies de Rhopalocera (cuadro 2), de las cuales 423 (20.64 %) de las especies-subespecies son endémicas a México. Papilionoidea y Hesperioidea presentan tres géneros, respectivamente: *Baronia* (Papilionidae), *Prestonia*, *Eucheira* (Pieridae), y *Zobera*, *Aegiale* y *Turnerina* (Hesperiidae). Papilionoidea con 88 especies más 150 subespecies (238); Hesperioidea con 171 especies más 14 subespecies (185). El estado de Veracruz cuenta con 11 taxones endémicos, lo que corresponde al 0.94 % de la fauna de ropalóceros para Veracruz y el 0.54 % para México. Papilionoidea presenta cinco especies y cinco subespecies: *Dismorphia eunoe popoluca* Llorente y Luis, 1988; *Catasticta nimbice* ssp. n.; *Dicya dicaea* (Hewitson, 1874); *Pheles eulesca* (Dyar, 1909); *Chamaelimnas cydonia* Stichel, 1910; *Morpho theseus justitiae* Salvin y Godman, 1868; *Euptychia jesia* Butler, 1869; *Taygetis rufomarginata* Staudinger, 1888; *Memphis schausiana* (Godman y Salvin, 1894) y *Prepona deiphile escalantiana* Stoffel y Mast, 1973. Hesperioidea: con una sola especie *Enosis matheri* H.A. Freeman, 1969.

Las mariposas diurnas en general son de amplia distribución en México; sin embargo, algunos endemismos están bien localizados y son de distribución restringida. Se puede considerar que a escala nacional se conocen los patrones generales de distribución geográfica de las Papilionoidea y en menor proporción de las Hesperioidea, pero al reducir la escala a nivel estatal, distrital o municipal se exhibe gran desconocimiento. Se requiere realizar mayor

número de trabajos faunísticos en otras áreas biogeográficas de interés, con la finalidad de completar estudios más finos sobre la distribución geográfica y con la esperanza de descubrir nuevos taxones en aquellas áreas aisladas y con condiciones ecológicas particulares, como serían las partes altas de las montañas de la Sierra Madre Oriental y del Eje Neovolcánico, así como las áreas de selva baja caducifolia de la Planicie Costera del Golfo.

En el estado de Veracruz, los endémicos están restringidos principalmente a la región de Los Tuxtlas y una especie en el área mesófila de los alrededores de Coatepec (*Memphis schausiana*) (Godman y Salvin, 1894), especie que no se ha vuelto a recolectar desde principios del siglo XX. La riqueza y el endemismo de los ropalóceros en México siguen patrones diferentes (Luis *et al.*, 2003). La mayor riqueza se ha encontrado en la región sureste del país, principalmente está asociada al bosque tropical perennifolio; en este tipo de vegetación se han registrado más del 50 % de las especies de Papilionoidea de México (Salinas-Gutiérrez *et al.*, 2004). Pese a la gran diversidad que existe en esta comunidad, menos del 1 % de las especies asociadas a ésta es endémica, ya que la mayoría de ellas comparte su área de distribución geográfica con la fauna tanto centroamericana (región mesoamericana), como la sudamericana. Este patrón se cumple en Veracruz, a excepción de la región de Los Tuxtlas, la cual representa una isla, en la que se han generado endémicos en varios grupos taxonómicos.

Por el contrario, la fauna endémica está asociada principalmente a comunidades xéricas del noroccidente de México y a los bosques húmedos de montaña (en especial el bosque mesófilo de montaña), cuya distribución archipelágica en las diferentes cadenas montañosas le ha permitido tener procesos de especiación, que se pueden observar en diferentes grupos de plantas y animales (Luis *et al.*, 2003). Llorente (1984) señaló que para muchas especies estenoecas que se ubican entre los 600 y 1 800 m de altitud, existen dos barreras que limitan su disper-

sión y su distribución altitudinal continua. Las cotas de los 600 y de los 2 000 m funcionan como barreras para que fuera de este intervalo altitudinal, los elementos submontanos no se hayan adaptado a las condiciones de clima, vegetación y flora que difieren en forma considerable. En Mesoamérica la barrera inferior a menudo está compuesta por bosque tropical perennifolio y subperennifolio (principalmente en la vertiente atlántica) y por bosque tropical caducifolio y subcaducifolio en la región pacífica; la barrera superior con frecuencia está representada por bosques de pino y de encino, considerablemente más secos y fríos. Los matorrales xéricos y las selvas bajas caducifolias en Veracruz están escasamente recolectados, y se sabe poco sobre si existen endémicos en estas áreas, dada su continuidad con los estados vecinos.

La distribución archipelágica de los bosques húmedos ha permitido que se genere un alto endemismo a nivel específico (especies-subespecies) para varios grupos de Papilionoidea. Tal endemismo se reparte en las distintas islas submontanas, algunas veces se integran y conforman especies de diferenciación mesoamericana, pero en otras ocasiones están directamente emparentadas con subespecies centroamericanas. Ambos patrones se registran en Veracruz, pero no son exclusivos para el estado, pues se amplían al área de la Sierra Madre Oriental, la cual está separada por depresiones geográficas (barreras geográfico-climáticas). Tal disyunción genera una isla mesomontana con gradientes altitudinales-climáticos-vegetacionales y que está explicada con base en los análisis de Luis *et al.* (2006).

El 0.94 % de las especies endémicas al estado de Veracruz, no es significativos en relación con el 20.64 % de las especies-subespecies que ocurre en México; sin embargo, aún falta realizar más estudios de campo en Veracruz; además de las áreas vecinas de Tamaulipas, San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla, Oaxaca y Tabasco y las diferentes áreas de México y Centroamérica, para delimitar con detalle muchas de las distribuciones de las especies de este grupo.

Así, el porcentaje de endémicos variará en función de las nuevas recolectas que se realicen, ya que muchas de las distribuciones de las especies tienen grandes disyunciones, las cuales se están definiendo con trabajos faunísticos en áreas vecinas (Austin *et al.*, 1996; Meerman, 1999; Vargas *et al.*, 1999; Warren y Llorente, 1999 y Pozo *et al.*, 2003). De la Maza y White (1986), registraron a *Nymphalis cyanomelas* (Doubleday, 1848) para la región del Socomusco, Chiapas, la cual por más de 100 años se consideraba endémica exclusiva para el estado de Veracruz, lo que significa la necesidad de seguir realizando estudios faunísticos, con una metodología rigurosa, tal y como la describen Vargas *et al.* (1999). Finalmente, debe tomarse en cuenta que muchos endémicos compartidos lo son por unidades naturales o por limitaciones geográficas.

CONSERVACIÓN DE LOS RHOPALOCERA

Desde registros más antiguos obtenidos de Papilionoidea de México efectuados a finales del siglo XVIII, hasta el inicio del siglo XXI, se puede considerar que no se ha extinguido especie alguna de este taxón en el país. Sin embargo, lo que se ha observado con la recopilación de la distribución geográfica de cada una de las especies y el reconocimiento de sus áreas originales, a través del análisis de la base de datos MARIPOSA, es la extinción de poblaciones locales, producto de la reducción gradual y constante de sus áreas de distribución por efecto del crecimiento de los asentamientos humanos y el cambio del uso del suelo para la ganadería, la agricultura y zonas industriales. Debido a este proceso, muchas de las áreas de distribución que se presentaban continuas, ahora se encuentran divididas en islas artificiales, por el efecto del hombre, con lo que también algunas especies se han visto favorecidas por el incremento del área de distribución geográfica de vegetación secundaria.

Orizaba-Córdoba-Fortín de las Flores, con 537 taxones registrados para Papilionoidea, es la región con mayor diversidad para este grupo (Luis *et al.*, 2003), con el 72.96 % de las especies de Veracruz y el 45.12 % para México, en donde se encuentran cuatro de las 20 localidades con mayor riqueza para el estado y para México (Luis *et al.* 2003), las cuales casi han desaparecido, como es el caso de Presidio, con 393 especies (conteniendo el 53.4 % de las especies de Veracruz, y el 33 % para México). De esta forma, podemos decir que se está trabajando a dos niveles en el reconocimiento de la fauna de mariposas diurnas: *a*) el análisis de los datos históricos para la reconstrucción de la distribución geográfica de la fauna, encontrar patrones biogeográficos, y *b*) la posibilidad de localizar áreas de gran diversidad con el potencial de ser conservados.

AGRADECIMIENTOS. Los autores agradecemos en primera instancia al doctor Andrew Warren, por proporcionarnos la lista de especies de HesperIIDae (Hesperioidea) del estado de Veracruz. A Marysol Trujano Ortega y a José Ásael Nájera Carpio, por la gran ayuda prestada para la realización de este trabajo. Asimismo al CONACyT, por los apoyos recibidos a través del proyecto 83237, y a la DGAPA UNAM, a través de PAPIIT IN 203509 y PAPIIME PE 201507. Muy en especial a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), que nos ha dirigido recursos en más de una docena de proyectos para la repatriación de datos del extranjero, y para la realización de proyectos faunísticos desde 1991; también nos ha apoyado en la creación y soporte técnico de la base de datos MARIPOSA de la colección de Lepidoptera del Museo de Zoología, la cual está implementada en su programa BIOTICA. Los curadores de las colecciones consultadas siempre han sido un elemento humano fundamental para nuestros trabajos, ellos nos facilitaron la consulta de sus colecciones y

hemerobibliografía bajo su custodia, por lo que deseamos agradecer a los siguientes curadores su apoyo: Lee D. (†) y Jaqueline Y. Miller (AME); Frederick Rindge (AMNH); Phil R. Ackery (BMNH), Paul Arnaud, Jr. y Norman Penny (CAS); Manuel Balcázar y Harry Brailovsky (IBUNAM); John E. Rawlins (CMNH); Julian Donahue, Brian Brown y Brian Harris (LACM); George T. Austin (†) (NSMC); David K. Faulkner y John W. Brown (SDNHM); Jerry Powell y John Chemsak (UCB); Robert K. Robbins (USNM) y Lee D. (†) y Jacqueline Y. Miller, George T. Austin y Thomas Emmel (UFL-McGuire Center).

NOTA: Se encuentra en prensa un libro sobre mariposas de Veracruz de los mismos autores. Ahí se ilustra la gran mayoría de los Papilionoidea.

LITERATURA CITADA

- AUSTIN, G.T., N.M. Haddad, C. Méndez, T.D. Sisk, D.D. Murphy, A.E. Launer y P.E. Ehrlich, 1996, Annotated checklist of the butterflies of the Tikal National Park Area of Guatemala, *Tropical Lepidoptera* 7: 21-37.
- DE LA MAZA, E.J. y A. White, 1986, Redescubrimiento de *Nymphalis cyanomelas* (Dbl. & Hew.) en México (Nymphalidae: Nymphalidae), *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología* 10(2): 35-39.
- DE LA MAZA, R.R., 1987, *Mariposas mexicanas*, Fondo de Cultura Económica, México, 301 pp.
- EHRLICH, P.R. y A.H. Ehrlich, 1961, *How to know the Butterflies*, Wm. C. Brown Company publishers, Dubuque, Iowa, 262 pp.
- GODMAN, F.D. y I.O. Salvin, 1878-1901, *Biologia Centrali Americana. Insecta, Lepidoptera Rhopalocera*, vol 2, London, Dulau y Co., Bernard Quaritch, 782 pp.

- HALFFTER, G., 1976, Distribución de los insectos en la zona de Transición Mexicana. Relaciones con la entomofauna de Norteamérica, *Folia Entomológica Mexicana* 35:1-64.
- , 1976, Biogeography of the montane entomofauna of Mexico and Central America, *Annual Review of Entomology* 32: 95-114.
- HEPPNER, J.B., 1991, Faunal regions and the diversity of Lepidoptera, *Tropical Lepidoptera* 2 (Suppl. 1):1-85.
- HERNÁNDEZ-BAZ, F., 1991, Lista de tesis sobre lepidópteros (Rhopalocera. Heterocera) de México, *Boletín de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología* (Nueva Serie) 1:3-8.
- , 1992, Nuevos registros de Brassolidae (Lepidoptera. Rhopalocera) para la región de Los Tuxtlas, Veracruz, México, *Boletín de la Sociedad Veracruzana de Zoología* 2(1):14-16.
- , 1993, La fauna de mariposas (Lepidoptera: Rhopalocera) de Xalapa, Veracruz, México, *La Ciencia y El Hombre* 14:55-87.
- , 1994, La fauna de mariposas diurnas del estado de Veracruz: su diversidad y una propuesta conservacionista, en A. González-Christen, y A. González-Romero, *Los recursos faunísticos del estado de Veracruz*, pp. 75-85.
- , 1999, Los lepidópteros plagas de las coníferas en México, *Foresta Veracruzana* 1(3):41-49.
- HERNÁNDEZ-BAZ, F. y A.C. Deloya-López, 1992, Observaciones ecológicas de *Pierella luna heracles* Boisduval, 1820 (Lepidoptera: Satyridae) en la selva tropical de Los Tuxtlas, Veracruz, México, *Boletín de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología* (Nueva Serie) 2:13-16.
- HERNÁNDEZ-BAZ, F. y L. Iglesias-Andrew, 2001, La diversidad de orden Lepidoptera en el estado de Veracruz, México: Una síntesis preliminar, *Cuadernos de Biodiversidad* 7:7-10, Universidad de Alicante, España.
- HOFFMANN, C.C., 1940, Catálogo Sistemático y Zoo-geográfico de los Lepidópteros Mexicanos. Primera parte. Papilionoidea, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, 11(2):639-739.
- HOFFMANN, C.C., 1941, Catálogo Sistemático y Zoo-geográfico de los Lepidópteros Mexicanos. Segunda parte. Hesperioidea, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, 12(1):237-294.
- LAMAS, G., Ilustraciones inéditas de lepidópteros mexicanos de la Expedición de Sessé y Moziño (1787-1803), *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología* 10(2):27-34.
- , 2004, Checklist: Part 4a. Hesperioidea-Papilionoidea, en Heppner, B. (ed.), *Atlas of Neotropical Lepidoptera*, volumen 5A, Association for Tropical Lepidoptera, Gainesville, Florida, Estados Unidos de América, 439 pp.
- LLORENTE, J., 1984, Sinopsis sistemática y biogeográfica de los Dismorphiinae de México con especial referencia del género *Enantia* Huebner (Lepidoptera: Pieridae), *Folia Entomológica Mexicana* 58:1-207.
- LLORENTE, J., A. Garcés y A.M. Luis, 1986, Las mariposas de Jalapa-Teocelo, Veracruz (El Paisaje Teocelero IV), *Revista Teocelo* 4:14-37.
- LLORENTE, J., A. Luis e I. Vargas, 2006a, Apéndice general de Papilionoidea: Lista Sistemática, distribución estatal y provincias biogeográficas, en Morrone, J.J. y J. Llorente (eds.), *Componentes Bióticos Principales de la Entomofauna Mexicana*, Las Prensas Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, México, pp. 733-797.
- LLORENTE, J., A. Luis, I. Vargas y A. D. Warren, 2004, Butterflies of the state of Nayarit, Mexico, *Journal of the Lepidopterists' Society* 58(4):203-222.
- LLORENTE, J., M. Trujano-Ortega, A. Luis, J. Castro, e I. Vargas, 2006b, Patrones de Distribución de la familia Pieridae (Lepidoptera), en J.J. Morrone, y J. Llorente (eds.), *Componentes Bióticos Principales de la Entomofauna Mexicana*, Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, México, pp. 799-855.
- LUIS, A. y J. Llorente, 1990, Mariposas en el Valle de México: Introducción e Historia. 1. Distribución local y estacional de los Papilionoidea de la Cañada de los Dínamos, Magdalena Contreras, D.F. México, *Folia Entomológica Mexicana* 78:95-198.

- LUIS, A. y J. Llorente, 1993, Mariposas, en I.V. Luna, y J. Llorente (eds.), *Historia Natural del Parque ecológico estatal Omiltemi, Chilpancingo Guerrero, México*, Facultad de Ciencias, UNAM, México, pp. 307-385.
- LUIS, M.A., J. Llorente e I. Vargas, 2005, Una megabase de datos de mariposas de México y la regionalización biogeográfica, en J. Llorente, y J.J. Morrone (eds.), *Regionalización biogeográfica en Iberoamérica y tópicos afines: Primeras Jornadas Biogeográficas RIBES*, Las Prensas Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, México, pp. 269-294.
- LUIS, A., J. Llorente, I. Vargas y A.L. Gutiérrez, 2000, Síntesis preliminar del conocimiento de los Papilionoidea (Lepidoptera: Insecta) de México, en Martín-Piera, F., J.J. Morrone y A. Melic (eds.), *Hacia un proyecto CYTED para el inventario y estimación de la Diversidad Entomológica en Iberoamérica: PrIBES 2000*, m3m-, Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA), Monografías Tercer Milenio, vol. 1, Zaragoza. pp. 275-285.
- LUIS, A., J. Llorente, I. Vargas y A. D. Warren, 2003, Biodiversity and biogeography of mexican butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea), *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 105 (1):209-224.
- LUIS, A., M. Trujano-Ortega, J. Llorente, A. Luis e I. Vargas, 2006, Patrones de Distribución de las subfamilias Danainae, Apaturinae, Biblidinae y Heliconiinae (Lepidoptera: Nymphalidae), en J.J. Morrone, y J. Llorente (eds.), *Componentes Bióticos Principales de la Entomofauna Mexicana*, Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, México, pp. 857-951.
- LUIS, A., I. Vargas y J. Llorente, 1991, *Lepidopterofauna de Oaxaca I: Distribución y fenología de los Papilionoidea de la Sierra de Juárez*, Publicaciones Especiales del Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, UNAM, 3: 1-119.
- LUIS, A., I. Vargas y J. Llorente, 1995, Síntesis de los Papilionoidea (Rhopalocera: Lepidoptera) del estado de Veracruz, *Folia Entomológica Mexicana* 93:91-133.
- MEERMAN, J.C., 1999, Lepidoptera of Belize. Tropical Lepidoptera 10 (supplement 1): 1-61.
- MICHÁN, L., J. Llorente, A. Luis y D.J. Castro, 2005, Breve historia de la Taxonomía de Lepidoptera en México durante el siglo XX, *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias* 29(110):101-132.
- OÑATE-OCANA, L., M. Trujano-Ortega, J. Llorente, A. Luis e I. Vargas, 2006, Patrones de Distribución de la familia Papilionidae (Lepidoptera), en Morrone, J.J. y J. Llorente (eds.), *Componentes Bióticos Principales de la Entomofauna Mexicana*, Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, México, pp. 679-732.
- POZO, C., A. Luis, S. Uc-Tescum, N. Salas y A. Maya-Martínez, 2003, Butterflies (Papilionoidea and Hesperioidea) of Calakmul, Campeche, México, *The Southwestern Naturalist* 48(4):505-525.
- RAGUSO, R.A. y J. Llorente, 1991, The Butterflies (Lepidoptera) of the Tuxtla Mts., Veracruz, Mexico. Revisited: Species-richness and habitat disturbance, *Journal of Research on the Lepidoptera* 29(1-2):105-133.
- RAGUSO, R.A. y J. Llorente, 1997, Papilionoidea, en E. González, R. Dirzo y R. Vogt (eds.), *Historia Natural de Los Tuxtlas*, Instituto de Biología, UNAM, México, pp. 257-291.
- ROBERT, J.H., A. Escarré, T. García y P. Martínez, 1983, *Fauna Alicantina IV. Lepidópteros Ropalóceros, sus plantas nutricias y su distribución geográfica en la provincia de Alicante*, Cuadernos de la Fauna Alicantina, Instituto de Estudios Alicantinos, Serie II, Número 20, 435 pp.
- ROSS, G.N., 1964a, *A distributional study of butterflies of the Sierra de Tuxtla in Veracruz, México*, Ph.D. (tesis doctoral), Louisiana State University, Louisiana, 265 pp.
- , 1964b, Life history studies on Mexican butterflies. I. Notes on the early stages of four Papilionids from Catemaco, Veracruz, *Journal of Research on the Lepidoptera* 3(1): 9-18.
- , 1964c, Life history studies on Mexican butterflies. III. Nine Rhopalocera (Papilionidae,

- Nymphalidae, Lycaenidae) from Ocotil Chico, Veracruz, *Journal of Research on the Lepidoptera* 3(4):207-229.
- , 1966, Life history studies on Mexican butterflies. IV. The ecology and ethology of *Anatole rossi*, a myrmecophilous metalmark (Lepidoptera: Riodinidae), *Annals Of the Entomological Society of America* 59(5): 985-1004.
- , 1975-1977, An ecological study of the butterflies of Sierra de Tuxtla, Veracruz, México, *Journal of Research on the Lepidoptera* 14(2):103-124, (3):169-188, (4):233-252, 15(1):41-60, (2):109-128, (3):185-200, (4):225-240, 16(2):87-130.
- SALINAS-GUTIÉRREZ, J.L., A. Luis y J. Llorente, 2004, Papilionoidea of the evergreen tropical forests of Mexico, *Journal of the Lepidopterists' Society* 58(3):125-142.
- SALINAS-GUTIÉRREZ, J.L., A.D. Warren y A. Luis, 2005, Hesperioidea (Lepidoptera: Rhopalocera) del Occidente de México, *Folia Entomológica Mexicana* 44(3): 305-320.
- SCOTT, J.A., 1986, *The butterflies of North America. A natural history and field guide*, Stanford University Press, Stanford, California, 583 pp.
- SHIELDS, O., 1989, World numbers of butterflies, *Journal of the Lepidopterists' Society* 43(3): 178-183.
- VARGAS, I., A. Luis, J. Llorente y A. Warren, 1996, Butterflies of the state of Jalisco, Mexico, *Journal of the Lepidopterists' Society* 50(2):97-138.
- VARGAS, I., J. Llorente y A. Luis, 1994, Listado lepidopterofaunístico de la Sierra de Atoyac de Alvarez en el Estado de Guerrero: Notas acerca de su distribución local y estacional (Rhopalocera: Papilionoidea), *Folia Entomológica Mexicana* 86:41-178.
- , 1999, *Distribución de los Papilionoidea (Lepidoptera: Rhopalocera) de la Sierra de Manantlán (250-1,650 m) en los estados de Jalisco y Colima*, Publicaciones Especiales del Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, UNAM, 11:1-153.
- WARREN, A.D., 2000, Hesperioidea (Lepidoptera), en Llorente, J., E. González y N. Papavero (eds.), *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una Síntesis de su Conocimiento*, vol. 2, UNAM/Conabio, pp. 535-580.
- WARREN, A., I. Vargas, A. Luis y J. Llorente, 1998, Butterflies of the state of Colima, Mexico, *Journal of the Lepidopterists' Society* 52(1): 40-72.
- WARREN, A. y J. Llorente, 1999, Butterflies of Mismaloya, Jalisco, and adjacent parts of Banderas Bay and southern Nayarit, Mexico, *Dugesiana* 6(1): 17-32.

Palomillas tigre

(Insecta: Lepidoptera: Arctiidae)



Fernando Hernández-Baz

INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la riqueza de los diversos grupos de vertebrados terrestres en América como aves, mamíferos, reptiles y anfibios está casi completo, pero no podemos pensarlo así para los invertebrados terrestres, en especial para la clase Insecta, que es el grupo de mayor riqueza de especies de todo el mundo. El análisis de la riqueza de los lepidópteros, indica que son muy pocos los grupos que están bien estudiados, como las familias de mariposas diurnas Papilionidae, y algunas de hábitos nocturnos como Sphingidae y Saturniidae. Estas familias, por tener algunas especies con colores muy vistosos o tamaño grande, les ha merecido un valor estético, por lo cual existen colecciones de éstas en todo el mundo; por el contrario, esto no ocurre con otros grupos como los Arctiidae que, aunque muchas de sus especies poseen colores bellos, no son tan atractivos para los coleccionistas (Hernández-Baz y Bailey, 2006).

DESCRIPCIÓN

Los miembros de esta familia se caracterizan por ser mariposas de cuerpo robusto y con frecuencia cubierto de pilosidad, con una expansión alar aproximada de 12-70 mm; la forma de sus alas es de tipo avisgado, o anchas, con coloración de tonos brillantes blancos, amarillos, o anaranjados, pero también pueden ser negras o hialinas. En ocasiones su coloración es aposemática, o críptica para mimetizarse perfectamente con algunos otros insectos. Sus antenas pueden ser bipectinadas, ciliadas en los machos o simples en las hembras.

La clasificación de los Arctiidae es realmente controversial, pero en este caso se basa en el criterio de Heppner (1991, 1998) quien los divide en cinco subfamilias: Arctiinae, Ctenuchinae, Lithosinae, Pericopinae y Syntominiinae. La característica principal de esta familia es la presencia de un órgano estridulatorio en el metepisternum del adulto (excepto en Ctenuchinae), así como por la presencia de dos

sedas subventrales (SV) en el meso y metatórax de la larva (Kitching, 1984; Kitching y Rawlins, 1999). Otras especializaciones incluyen la presencia de un engrosamiento en la base de la vena subcostal (Sc) del ala posterior, y la presencia de un par de glándulas situadas anterodorsalmente entre los lóbulos del ovipositor (Holloway, 1988).

BIOLOGÍA

En la literatura publicada es frecuente encontrar información relacionada con la biología de este grupo, pero principalmente relacionada con especies de interés económico asociadas a cultivos agrícolas, o especies forestales, razón por la cual sólo conocemos sus patrones de distribución, huéspedes, parásitos, ecología, etc. En tanto que para la gran mayoría de las especies de Arctiidae sin importancia económica, no se conoce sus plantas de alimentación, y su biología es prácticamente desconocida.

Las especies de importancia agrícola (plagas y polinizadores) son multivoltinas (dos o más generaciones anuales), y polífagas, es decir que se alimentan de varias especies de plantas. Las hembras oviponen generalmente en el haz de las hojas, y los huevecillos pueden ser dispuestos en pequeños grupos, en fila, o aislados. En el caso de *Saurita nigripalpia* (Ctenuchinae), después de 10 días de incubación del huevo, la larva emerge e inmediatamente empieza a horadar la cutícula de la hoja, pasando por ocho estadios larvarios que pueden tener una duración promedio de 41 días; posteriormente, se forma el pupario, para lo cual la larva marca una línea de fractura en el capullo por donde emerge el adulto, el estado pupal transcurre entre 15 y 20 días; los adultos o imagos emergidos pueden empezar a aparearse a las 24 horas. Para esta especie en particular, cada hembra puede depositar entre 100 y 150 huevecillos en una sola puesta (Hernández-Baz, 1990). En un caso similar tenemos a *Nyridela xanthoceras* (Walker, datos inéditos)

(figura 1). Sin embargo, como en todos los insectos, la duración del ciclo biológico está relacionada con la temperatura y humedad, en tanto que la fertilidad y fecundidad de la hembra dependen de la calidad de alimento que consuma durante el estado larvario (Chapman, 1896; McFarland, 1973; Scoble, 1992; Romero, 2002).



FIGURA 1. Familia Arctiidae: Adulto de *Nyridela xanthoceras* (Foto: Walker).

DIVERSIDAD

En particular para el estado de Veracruz, el orden Lepidoptera es sorprendentemente diverso y está representado por aproximadamente 4 000 especies de 43 familias (Hernández-Baz e Iglesias, 2001). Los Arctiidae incluyen cerca de 11 000 especies en todo el mundo (Watson y Goodger, 1986), de las cuales 430 están presentes en Veracruz. Esta cifra es superior a los datos registrados en estudios previos (Beutelspacher, 1995a, 1995b, y 1996; Balcázar y Beutelspacher, 2000), en donde citan un total de 418 especies de Arctiidae para México. Esto debido a que el análisis histórico de las publicaciones y arreglos taxonómicos de los Arctiidae, no consideraban a la subfamilia Ctenuchinae (antes Syntomidae,

Euchromidae, Amatidae, Ctenuchidae) dentro de este grupo (cuadro 1). Una situación similar se observó en los ártidos de Nicaragua (Maes, 1999), en donde estudios recientes incluyen a los Ctenuchinae, con lo cual se ha duplicado el número de especies en ese país (Hernández-Baz *et al.*, 2003, 2004).

CUADRO 1. Número de especies de la familia Arctiidae conocidas para México y Veracruz.

ARCTIIDAE DE MÉXICO (Beutelspacher 1995a, 1995b, 1996)		ARCTIIDAE DE VERACRUZ (presente estudio)		
Subfamilia	Núm. especies	Núm. especies	Diferencia	%
Lithosiinae	104	65	39	62.5
Arctiinae	272	178	94	65.4
Pericopinae	42	36	6	85.7
Ctenuchinae	No considerado	151	151	100
Total	418	430	290	

Para entender a cabalidad la secuencia cronológica en la descripción de las especies actualmente registradas para Veracruz, se sistematizó la información de especies descritas por años agrupándolas en décadas, iniciando el año de 1750 con sólo una especie, e incrementándose paulatinamente en los años sucesivos; en el periodo comprendido entre 1850 y 1920 se incrementó notablemente el número de especies conocidas, teniendo su mayor auge en las décadas de 1880 y 1890, con 98 y 72 especies, respectivamente, y posterior a esto, se observa un decremento hasta llegar a la década de 1980 con sólo dos especies descritas.

El análisis de los autores que describieron los 430 taxa registrados en este documento, el mayor número de especies descritas corresponden a Druce, Walker, Schaus, Dyar, Hampson y Rothschild, quienes describieron el 73.7 % (317 especies) de la fauna de Veracruz. Por otra parte existen 24 autores que han descrito entre dos y 10 especies cada uno, y

de manera conjunta han contribuido con el 23.5 % (100 especies); además de otros 13 autores con sólo una especie descrita cada uno, contribuyendo con el 3 %.

El hecho de que estados como Guerrero y Veracruz hayan sido profusamente recolectados en los siglos XVIII y XIX obedece a dos razones principales. La primera es que fueron sitios de paso obligado en los itinerarios hacia la capital, como se puede advertir, por ejemplo, en los viajes de las reales expediciones a la Nueva España, dichos itinerarios se iniciaban en los puertos de Veracruz y Acapulco; en el primer caso, avanzaban hacia Xalapa o pasaban por Orizaba, Córdoba, y las inmediaciones de estos tres lugares. La segunda razón es que varias haciendas cercanas a las ciudades de Orizaba, Córdoba, Huatusco, Coatepec y Xalapa, entre otras, fueron importantes centros de recolección faunística y florística para la magna obra *Biologia Centrali Americana*, editada por Godman y Salvin (1881-1900); esas áreas continuaron su tradición con los primeros lepidopterólogos de este siglo (Llorente *et al.*, 1986). Posterior a esto se fueron sumando diversos naturalistas y científicos nacionales y extranjeros que robustecieron el conocimiento de este grupo.

COLECCIONES DE LOS ARCTIIDAE DE VERACRUZ.

En este punto sólo se mencionan dos colecciones de gran valor científico e histórico en el conocimiento de los Arctiidae: la Colección Roberto Müller de principios del siglo pasado, actualmente depositada en el Museo de Historia Natural de la Ciudad de México. En ella se encuentran 421 especies de Arctiidae pertenecientes a las subfamilias Lithosiinae, Arctiinae, Pericopinae y Ctenuchinae, de las cuales el 95 % proviene del estado de Veracruz, principalmente de localidades conocidas como Misantla, Xalapa, Coatepec, Presidio, Orizaba, Córdoba. Roberto Müller colectó material en la tierra tem-

plada de Veracruz, y los colectores Rafael del Toro, Juan del Toro, y el suizo Guillermo Gugelman, le enviaron ejemplares del centro de Veracruz; los dos primeros enviaron material de Córdoba, Orizaba, Presidio y Motzorongo; y el último le envió material de Misantla, Xalapa y Coatepec. Roberto Müller fue el responsable del descubrimiento de 649 nuevas especies de Lepidoptera para México, de las cuales 53 pertenecen a la familia Arctiidae, y 12 de ellas tienen su localidad tipo en la región central de Veracruz (Córdoba y Orizaba), cuyos holotipos se encuentran depositados en varias colecciones del extranjero.

La Colección Nacional de Insectos del Instituto de Biología de la UNAM, inició su formación a principios del siglo pasado, actualmente es depositaria de la colección de Arctiidae más grande de México, con alrededor de 450 especies representadas por cerca de 11 mil ejemplares. En ella contribuyeron a su formación muchos investigadores adscritos a esa institución entre los que destacan: C. Hoffmann, L. Vázquez, H. Pérez, R. Sánchez, C. Beutelspacher y A. Ibarra, entre otros.

DISTRIBUCIÓN

Actualmente es difícil conocer a detalle la distribución de las especies de Arctiidae en Veracruz, en particular para algunos grupos como Ctenuchinae, Lithosinae y Pericopinae y, en menor grado, en Arctiinae. Esto debido principalmente a que existen localidades preferentemente visitadas por los investigadores, entre las que destacan Córdoba, Orizaba, Misantla, Xalapa y Coatepec, en la parte central de Veracruz, con un tipo de vegetación dominante de bosque mesófilo de montaña (Rzedoswki, 1978); y la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, ubicada en la parte sureste de la entidad, cuya vegetación dominante es el bosque tropical perennifolio. En cambio, numerosas regiones y tipos de vegetación en la entidad no han sido estudiados, por ejem-

plo, el Eje Neovolcánico Transversal, con su páramo de altura, no está estudiado, así como la vegetación xerófila de Perote y del norte de la entidad, y los diversos humedales de las zonas costeras y regiones insulares.

En una fracción de bosque tropical perennifolio en Catemaco, Veracruz, se han encontrado 53 especies de 41 géneros excluyendo miembros de Ctenuchinae (Hernández-Baz, 1993). Con base en las 430 especies aquí registradas para Veracruz (apéndice VIII.26), se considera que 215 especies (50 %) se encuentran en el bosque tropical perennifolio, y 146 especies (33.9 %) están presentes en el bosque mesófilo de montaña, mientras que 69 especies (16.1 %) las encontramos en otros tipos de vegetación.

IMPORTANCIA

Los lepidópteros constituyen una parte fundamental de los ecosistemas naturales y en estado adulto tienen un papel muy activo al polinizar las flores, pero a diferencia de sus otros estados biológicos, por los que atraviesan en su metamorfosis completa u holometábola, el segundo estado de larva es el más dañino para las plantaciones agrícolas y forestales. En los bosques templados algunos Arctiidae constituyen serios problemas fitosanitarios cuando sus poblaciones aumentan en forma desproporcionada, llegando a ser consideradas verdaderas plagas de las coníferas como es el caso de *Halisidota alternata* (Grote) que ataca *Pinus patula*; *Lophocamba cibriani* Beutelspacher que ataca *Pinus ayacahuite* y *Pinus cembroides*; así como *Lophocampa alternata* (Grote) que ataca diversas especies entre las que destacan *Abies religiosa*, *Pinus ayacahuite*, *Pinus hartwegii*, *Pinus montezumae*, *Pinus rudis* y *Pinus teocote* (Cibrián *et al.*, 1998; Hernández-Baz, 1999).

En las plantaciones agrícolas destaca de manera sustancial el gusano peludo *Estigmene acrea* (Drury) que ataca a la alfalfa, algodón, tabaco, etcé-

tera (Sifuentes y Young, 1964; Hernández-Baz, 1993; Roman *et al.*, 1997). Es prudente indicar que a la fecha no se tiene un análisis preciso de las pérdidas económicas ocasionadas por estas palomillas en el estado de Veracruz, mientras que la información aquí presentada es preliminar, la cual puede ser corroborada en la colección de especímenes de vida silvestre (SEMARNAT/CITES/CP-0026-VER/05), resguardada temporalmente en el Museo de Zoología de la Facultad de Biología (campus Xalapa) de la Universidad Veracruzana.

LITERATURA CITADA

- BALCÁZAR, L.M.A. y C.R. Beutelspacher B., 2000, Arctiidae: Lithosiinae, Arctiinae, Pericopinae (Lepidoptera), en J. B. Llorente, S. E. González y N. Papavero, (eds.), *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de los Artrópodos de México*, vol. II Conabio/UNAM, pp. 515-525.
- BEUTELSPACHER, B.C.R., 1995a, Catálogo de los lepidópteros de México. Familia Arctiidae (I Parte) (Insecta: Lepidoptera), SHILAP, *Revista de Lepidopterología* 23(91): 291-306.
- , 1995b, Catálogo de los lepidópteros de México. Familia Arctiidae (II Parte) (Insecta: Lepidoptera), SHILAP, *Revista de Lepidopterología* 23(92): 379-409.
- , 1996, Catálogo de los lepidópteros de México. Familia Arctiidae (III Parte) (Insecta: Lepidoptera), SHILAP, *Revista de Lepidopterología* 24(93): 55-80.
- , 1999, Arctiidae, en E. González, R. Dirzo y R. Vogt (eds.), *Historia Natural de Los Tuxtlas*, UNAM, México, pp. 539-543.
- CHAPMAN, T.A. 1896, *On the phylogeny and evolution of the Lepidoptera from a pupal and oval standpoint*, Transactions of the Entomological Society of London, 1896: 567-587.
- CIBRIÁN, T.D., J.T. Montiel, R. Campos B., H.C. Yates y J. Flores L., 1998, *Insectos Forestales de México/Forest Insects of México*, Universidad Autónoma Chapingo, SARH Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre, USDA Forest Service, Natural Resources, Canadá, Comisión Forestal de América del Norte/North American Forestry Commission, Publ. Esp. No. 6. 453 p.
- GODMAN, D.F. y O. Salvin, 1881-1900, *Biologia Centrali Americana. Insecta. Lepidoptera-Heterocera*, 3 vols, Londres.
- HALFFTER, G., 1976, Distribución de los insectos en la zona de transición mexicana. Relaciones con la entomofauna de norteamérica, *Folia Entomológica Mexicana* 35: 1-64.
- HEPPNER, J.B., 1991, Faunal regions and the diversity of lepidoptera, *Tropical Lepidoptera, Gainesville*, vol. 2, Supplement 1, pp. 1-85.
- , 1998, Classification of Lepidoptera. Part I. Introduction, *Holarctic Lepidoptera*, 5 (Supplement): i-vi, 1-148, pls. 1-6.
- HERNÁNDEZ-BAZ, F., 1990, *Biología y Hábitos alimenticios de Saurita nigripalpia Hampson (Lepidoptera: Ctenuchiidae)*, XXV Congreso Nacional de Entomología, Oaxaca, Oax.
- , 1993, Mariposas nocturnas de Catemaco, Veracruz, México. I., Arctiidae (Lepidoptera: Heterocera), *Boletín Sociedad Veracruzana de Zoología*. 3(1): 1-14.
- , 1999, Los lepidópteros plagas de las coníferas en México, *Foresta Veracruzana* 1(3): 41-49.
- HERNÁNDEZ-BAZ, F. y C. Bailey, 2006, Los Ctenuchinae (Insecta: Lepidoptera: Arctiidae) de la República de Guatemala: Una Síntesis Preliminar, en Cano, E. (ed.), *La Biodiversidad de Guatemala*, Universidad del Valle de Guatemala. FONACON/MARN/CONACYT, pp. 403-413.
- HERNÁNDEZ-BAZ, F., J.M. Maes y M. Laguerre, 2003, Listado preliminar de los Arctiidae (Insecta: Lepidoptera: Noctuoidea) de Nicaragua, *Revista Nicaragüense de Entomología* 63: 1-15.
- , 2004, Listado preliminar de los Ctenuchinae (Insecta: Lepidoptera: Noctuoidea: Arctiidae) de Nicaragua, *Revista nicaraguense en Entomología* 64: 1-13.

- HERNÁNDEZ-BAZ, F. y L. Iglesias, 2001, *La diversidad del orden Lepidoptera en el estado de Veracruz, México: Una síntesis preliminar*, Cuadernos de Biodiversidad. Universidad de Alicante, España 7: 7-10.
- HOLLOWAY, J.D., 1988, *The moths of Borneo* 6, The Malayan Nature Society and Southdene, Kuala Lumpur, 101 pp.
- KITCHING, I.J., 1984, An historical review of the higher classification of the Noctuidae (Lepidoptera), *Bulletin British Museum Natural History* 54: 75-261.
- KITCHING, I.J. y J.E. Rawlins, 1999, The Noctuoidea, en N.P. Kristensen (ed.), *Lepidoptera, moths and butterflies*, vol. I. Evolution Systematics and Biogeography, pp. 355-401.
- LLORENTE, B.J., A.G. Médina y A. Luis M., 1986, Las mariposas de Xalapa-Teocelo, Ver., *Revista Teocelo*, México 4: 16-47.
- MAES, J.M., 1999, *Insectos de Nicaragua*, BOSAWAS/MARENA, vol. III, Managua, Nicaragua, pp.1423-1430.
- MCFARLAND, N., 1973, Notes on describing, measuring, preserving and photographing the eggs of Lepidoptera, *Journal of Research on the Lepidoptera* 10: 203-214.
- ROMAN, D., J.L. Ayala O., C. Rodríguez H., B. Domínguez R. y H. Sánchez A., 1997, *Plagas Agrícolas*, Chapingo, 356 pp.
- ROMERO, N.J., 2002, Bruchidae, en Llorente B.J. y J.J. Morrone (eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*, vol. III, Conabio/UNAM, pp. 513-534.
- RZEDOWSKI, J., 1978, *Vegetación de México*, Limusa, México, 432 pp.
- SCOBLE, M.J., 1992, *The lepidoptera form, function and diversity*, The Natural History Museum and Oxford University Press, 404 pp.
- SIFUENTES, J.A. y W.R. Young, 1964, *El gusano peludo Estigmene acraea (Drury): biología, hospederas, enemigos naturales y efectividad de algunos insecticidas para su combate en el valle del Yaqui*, Centro Regional de ayuda Técnica. A.I.P. 15 pp.
- WATSON, A. y D.T. Goodger, 1986, Catalogue of the Neotropical Tiger-moths. Occasional Papers Systematics Entomology, *British Museum of Natural History* 1: 1-71.

Gorgojos de las semillas

(Insecta: Coleoptera: Bruchidae)



Jesús Romero Nápoles

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con Romero (2002a) a la familia Bruchidae se le considera como un grupo monofilético que radió y se especializó exclusivamente en semillas. Los estados inmaduros de todas las especies de Bruchidae se alimentan de las semillas de alrededor de 34 familias de plantas, especialmente Leguminosae; algunas especies han llegado a constituirse en serias plagas debido a que se han especializado en el ataque de productos almacenados como es el caso de varias leguminosas. Las formas adultas de este grupo de insectos son de vida libre y pueden alimentarse de polen y mielecillas o bien no alimentarse. Por la relación tan cercana que existe entre los brúquidos y sus huéspedes, los miembros de la familia poseen gran importancia, por una parte como reguladores naturales de poblaciones de plantas al destruir las formas de dispersión (semillas), o bien porque muchos de éstos se alimentan de semillas que tienen importancia económica para el hombre.

En la familia Bruchidae actualmente se conocen en el mundo 63 géneros, de los cuales 43 están presentes en el Continente Americano. Particularmente en México existen 334 especies distribuidas en 23 géneros. Es importante considerar que del total de géneros presentes en América, cuatro de ellos incluyen especies introducidas del Viejo Mundo, mientras que de los géneros restantes, 13 son monotípicos. Si bien el número de géneros americanos se ha incrementado, ha sido por las introducciones accidentales de especies; también se tienen registros que especies de seis géneros americanos han migrado al Viejo Mundo, ya sea de manera accidental o provocado por el comercio intenso que el hombre realiza (Romero y Johnson, 2004a, 2004b).

DESCRIPCIÓN

Superficie del cuerpo cubierta de pubescencia muy fina; cabeza dirigida hacia abajo; ocelos ausentes;

antenas de 11 segmentos con inserción adyacente al ojo; ápice mandibular agudo, margen medio entero, no dentado; suturas gulares cortas; sutura fronto-clipeal bien marcada; estrías elitrales siempre presentes, usualmente en número de 10; tibias posteriores usualmente carenadas longitudinalmente; primer segmento del tarso posterior cuando menos de la longitud de la combinación de los restantes; uñas tarsales apendiculadas; pigidio expuesto más allá de los ápices elitrales; genitalia del macho con base del lóbulo mediano y punta ventral del tegmen modificados en una bomba para eyectar el saco interno durante la cópula; lóbulos (parámetros) laterales siempre presentes.

DIVERSIDAD

En cuanto a la riqueza específica a nivel mundial se registran 1 627 especies. Como se indicó anteriormente, para México se citan 334 especies, esto indica que en nuestro país se presenta el 20.5 % de la biodiversidad específica de este grupo. Para el estado de Veracruz se conocen 123 especies de Bruchidae que corresponden al 36.8 % de la diversidad de México, en tanto que a nivel mundial representa el 7.5 % (apéndice VIII.27).

En nuestro país la diversidad más alta se localiza en los siguientes estados, Jalisco (100 especies), Chiapas (102), Morelos (114), Veracruz (123) y Oaxaca (158). Tal vez no existe correlación entre estados tropicales y riqueza específica, por ejemplo, Tabasco y Campeche presentan una biodiversidad muy reducida con respecto a estados del norte; esto se debe a que no se ha colectado lo suficiente (cuadro 1). Uno de los estados con mayor abundancia de especies es Morelos, estado templado y pequeño, pero en el cual se ha colectado muy activamente. Con respecto al estado de Oaxaca, que es el más diverso, existe una diferencia de 35 especies, esto indica que para Veracruz, que tiene una vegetación más rica, todavía se requieren colectas extensivas y se calcula que podrían existir alrededor de 200 especies.

CUADRO 1. Número de especies de Bruchidae registradas por estados de la República Mexicana (Romero y Johnson, 2002b).

ESTADO	GÉNEROS	ESPECIES	% SPP EN MÉXICO
Oaxaca	18	158	47.30
Veracruz	16	123	36.82
Morelos	16	114	34.13
Chiapas	13	102	30.53
Jalisco	14	100	29.94
Guerrero	17	94	28.14
Michoacán	17	94	28.14
Sinaloa	16	90	26.94
Nayarit	16	80	23.95
Sonora	13	80	23.95
Tamaulipas	16	65	19.46
Campeche	11	59	11.57
Durango	14	58	17.66
Puebla	12	58	17.66
Querétaro	15	56	16.76
Yucatán	13	51	15.26
Guanajuato	12	49	14.67
México	14	46	13.77
Quintana Roo	14	44	13.17
Colima	9	42	12.57
San Luis Potosí	16	42	12.57
Baja California	11	37	11.07
Nuevo León	12	33	9.88
Hidalgo	10	31	9.28
Chihuahua	8	28	8.38
Coahuila	9	19	5.68
Distrito Federal	8	14	4.19
Zacatecas	5	13	3.89
Tabasco	8	10	2.99
Aguascalientes	5	8	2.39
Tlaxcala	3	6	1.79

De acuerdo con Romero y Johnson (2002b) existen reportadas 1 302 plantas hospederas para la familia Bruchidae; en tanto que para México sólo se registran 403, es decir el 30.9 %. Para el estado de Veracruz se tienen registrados 42 hospederos, equivalente al 10.4 % de las plantas registradas para México y un 3.2 % a nivel mundial.

Como se indica en el cuadro 2, para el estado de Veracruz se encuentran asociadas una o dos especies de brúquidos por hospedero, a excepción de *Acacia cornigera* que tiene asociada siete especies de Bruchidae.

En referencia a especies endémicas, se puede indicar que solamente se ha registrado a *Amblycerus veracruz* como endémica para el estado. Sin

embargo, es importante aclarar que todavía no tenemos la biodiversidad completa de esta familia para México y que todavía faltan muchas especies, incluyendo géneros, que se describirán en el futuro y con toda seguridad el número de especies endémicas para Veracruz se incrementará.

IMPORTANCIA ECONÓMICA

Entre los gorgojos de importancia económica se pueden distinguir dos grupos, plagas primarias y plagas secundarias. El primer grupo se refiere a especies que por su amplia distribución, su capacidad de atacar productos económicamente importantes y su alta polifagia hace que tengan una importancia relevante. Las plagas secundarias son aquellas que son más locales, los productos que atacan no tienen tanta importancia o bien los ataques no son severos y son de hábitos monófagos u oligófagos (Frías *et al.*, 2000; Kingsolver, 1991; Romero y Johnson, 2000; Romero, 2001; Salas *et al.*, 2000).

PLAGAS PRIMARIAS EN VERACRUZ

Acanthoscelides obtectus (Say).

Especie con distribución cosmopolita, las larvas atacan varias especies y variedades de *Phaseolus* y *Vigna*.

Caryedon serratus (Olivier) (figura 1).

Su distribución original se restringía a partes tropicales del Viejo Mundo, después fue introducido en semillas de tamarindo (*Tamarindus indica*), actualmente se encuentra en México y en las islas del Caribe. También se ha reportado su ataque en varias especies de *Acacia*, *Bauhinia*, *Cassia*, *Piliostigma* y *Prosopis*, en África se indica que ataca al cacahuate (*Arachis hypogaea*).

CUADRO 2. Hospederos de las especies de Brucuidae en el estado de Veracruz (Romero y Johnson, 2002b).

HOSPEDERO	FAMILIA	ESPECIES DE BRUCHIDAE ASOCIADAS
<i>Abutilon</i> sp.	Malvaceae	<i>Acanthoscelides aequalis</i>
<i>Acacia angustissima</i>	Leguminosae	<i>Merobruchus placidus</i>
<i>Acacia cornigera</i>	Leguminosae	<i>Acanthoscelides oblongoguttatus</i> <i>Acanthoscelides sousai</i> <i>Mimosestes cinerifer</i> <i>Mimosestes nubigens</i> <i>Mimosestes obscuriceps</i> <i>Stator mexicanus</i> <i>Stator subaeneus</i>
<i>Acacia farnesiana</i>	Leguminosae	<i>Mimosestes nubigens</i>
<i>Acacia hayesii</i>	Leguminosae	<i>Merobruchus placidus</i> <i>Stator limbatus</i>
<i>Acacia pennatula</i>	Leguminosae	<i>Mimosestes anomalus</i> <i>Mimosestes humeralis</i>
<i>Acacia sphaerocephala</i>	Leguminosae	<i>Acanthoscelides oblongoguttatus</i> <i>Mimosestes obscuriceps</i>
<i>Aeschynomene americana</i>	Leguminosae	<i>Acanthoscelides pertinax</i>
<i>Bauhinia divaricata</i>	Leguminosae	<i>Gibbobruchus cristicollis</i> <i>Gibbobruchus divaricatae</i>
<i>Bauhinia unguolata</i>	Leguminosae	<i>Gibbobruchus cristicollis</i>
<i>Caesalpinia cacalaco</i>	Leguminosae	<i>Amblycerus acapulcensis</i>
<i>Calopogonium mucunoides</i>	Leguminosae	<i>Amblycerus acapulcensis</i>
<i>Chamaecrista nictitans</i>	Leguminosae	<i>Sennius ensiculus</i> <i>Sennius simulans</i>
<i>Chloroleucon ebano</i>	Leguminosae	<i>Stator beali</i>
<i>Dalea scandens</i> var. <i>paucifolia</i>	Leguminosae	<i>Acanthoscelides pusillimus</i>
<i>Desmodium tortuosum</i>	Leguminosae	<i>Acanthoscelides desmodicola</i> <i>Acanthoscelides megacornis</i>
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae	<i>Acanthoscelides guazumae</i> <i>Amblycerus cistelinus</i>
<i>Indigofera suffruticosa</i>	Leguminosae	<i>Acanthoscelides kingsolveri</i>
<i>Ipomoea carnea</i>	Convolvulaceae	<i>Megacerus leucospilus</i>
<i>Leucaena diversifolia</i>	Leguminosae	<i>Acanthoscelides mankinsi</i>
<i>Leucaena esculenta</i>	Leguminosae	<i>Acanthoscelides cordifer</i> <i>Acanthoscelides mankinsi</i>
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leguminosae	<i>Acanthoscelides macrophthalmus</i> <i>Acanthoscelides mankinsi</i>
<i>Lonchocarpus sericeus</i>	Leguminosae	<i>Ctenocolum martiale</i>
<i>Malachra fasciata</i>	Malvaceae	<i>Acanthoscelides apicalis</i>
<i>Mimosa albida</i>	Leguminosae	<i>Acanthoscelides cordifer</i> <i>Acanthoscelides difficilis</i>
<i>Mimosa pigra</i>	Leguminosae	<i>Acanthoscelides quadridentatus</i>
<i>Nissolia fruticosa</i>	Leguminosae	<i>Acanthoscelides mundulus</i>
<i>Operculina tuberosa</i>	Convolvulaceae	<i>Megacerus capreolus</i>
<i>Pachyrhizus erosus</i>	Leguminosae	<i>Acanthoscelides sanfordi</i>
<i>Phaseolus lunatus</i>	Leguminosae	<i>Acanthoscelides argillaceus</i>
<i>Phaseolus vulgaris</i>	Leguminosae	<i>Zabrotes subfasciatus</i>
<i>Rhynchosia longeracemosa</i>	Leguminosae	<i>Acanthoscelides campeche</i> <i>Acanthoscelides flavescens</i>
<i>Rhynchosia minima</i>	Leguminosae	<i>Acanthoscelides flavescens</i> <i>Acanthoscelides zeteki</i>
<i>Sabal mexicana</i>	Arecaceae	<i>Caryobruchus glediisiae</i>
<i>Senna bicapsularis</i>	Leguminosae	<i>Sennius lebasi</i>
<i>Senna cobanensis</i>	Leguminosae	<i>Sennius lebasi</i> <i>Sennius rufomaculatus</i>
<i>Senna pendula</i> var. <i>ovalifolia</i>	Leguminosae	<i>Amblycerus obscurus</i>
<i>Tamarindus indica</i>	Leguminosae	<i>Caryedon serratus</i>
<i>Triumfetta lappula</i>	Tiliaceae	<i>Acanthoscelides sanblas</i> <i>Acanthoscelides triumfettae</i>
<i>Vigna peduncularis</i>	Leguminosae	<i>Acanthoscelides suaveolus</i>
<i>Vigna unguiculata</i>	Leguminosae	<i>Acanthoscelides obtectus</i>
<i>Vigna vexillata</i>	Leguminosae	<i>Acanthoscelides suaveolus</i>

Zabrotes subfasciatus (Boheman) (figura 2).

Tiene una distribución cosmopolita, se alimenta de varias especies y variedades de *Phaseolus* y *Vigna*. De acuerdo con Romero y Johnson (1999) existe otra especie muy relacionada a *Z. subfasciatus*, *Z. sylvestris* que se alimenta de *Phaseolus vulgaris* silvestres, que ya se le ha detectado infestando productos almacenados en México y Estados Unidos y que en el futuro podría llegar a ser una plaga primaria.



FIGURA 1. *Caryedon serratus*, emergiendo de un fruto de *Cassia moschata* (Foto: Jesús Romero).

PLAGAS SECUNDARIAS EN VERACRUZ

Entre las plagas secundarias de brúquidos registradas para este estado se encuentra *Acanthoscelides sanfordi*, que ataca a la semilla de la jícama (*Pachyrhizus erosus*); actualmente no se tiene información de la magnitud del daño que pueda causar en el estado.

En lo que respecta a especies que se alimentan de plantas con propiedades medicinales se encuentran *Acanthoscelides guazumae* y *Amblycerus guazumicola*,



FIGURA 2. *Zabrotes subfasciatus* (Foto: Jesús Romero).

que atacan el “cuahulote” (*Guazuma* spp.). Varias especies de *Indigofera* tienen importancia industrial debido a que se utilizan para extraer el colorante añil, en donde existen diez especies de Bruchidae asociadas con un número similar de especies de esta planta en México; para Veracruz solamente se registra a *Acanthoscelides kingsolveri* atacando semillas de *Indigofera suffruticosa*.

Entre las especies que se alimentan de plantas de importancia forestal como *Acacia* spp., *Albizia* spp., *Caesalpinia* spp., *Cassia* spp., *Leucaena* spp., *Lysiloma* spp., *Pithecellobium* spp., *Prosopis* spp., entre otras, y 90 especies de palmas, se encuentran alrededor de 16 especies de brúquidos, entre los que destacan *Speciomerus giganteus* (figura 3) y *Pachymerus cardo* (figura 4). Es importante hacer notar que muchas de estas plantas no sólo tienen importancia forestal, ya que también se pueden utilizar como alimento, forraje de animales, en la construcción, etcétera. Tal es el caso de las siguientes especies vegetales: *Caesalpinia cacalaco*, *Chloroleucon ebano*, *Leucaena diversifolia*, *Leucaena esculenta*, *Leucaena leucocephala*, *Sabal mexicana*, *Senna bicapsularis*, *Senna cobanensis*, *Senna pendula* var. *ovalifolia*, mismas que se encuentran asociadas con ocho especies de brúquidos (cuadro 2).



FIGURA 3. *Speciomereus giganteus* (Foto: Jesús Romero).



FIGURA 4. *Pachymerus cardo* (Foto: Jesús Romero).

Existen algunas especies de brúquidos a los que se les puede considerar como benéficos ya que se alimentan de semillas de malezas, mismos que se pueden utilizar como vehículos de control biológico, tal es el caso de algunas mimosas (*Mimosa* spp.) que ocasionan desgarres en las mamas del ganado.

LITERATURA CITADA

- FRÍAS Hernández, J.T., V. Olalde Portugal y J. Vernon-Carter (eds.), 2000, *El Mezquite: árbol de usos múltiples; estado actual del conocimiento en México*, Universidad de Guanajuato, México, pp. 109-116.
- KINGSOLVER, J.M., 1991, Seed beetles (Bruchidae: Coleoptera), en *Insect and mite pests in food*, USDA Agriculture Handbook No. 655. pp. 215-221.
- ROMERO, N. J. y C.D. Johnson, 1999, *Zabrotes sylvestris*, a new species from the United States and Mexico related to *Z. subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae: Amblycerinae), *The Coleopterists Bulletin* 53(1): 87-98.
- ROMERO, N. J. y C.D. Johnson, 2000, Revision of the genus *Zabrotes* Horn of Mexico. *Transactions of the American Entomology Society* 126: 221-274.
- ROMERO, N. J., 2002a, Los Bruchidae de México (Insecta: Coleoptera), en Llorente, J.B. y J.J. Morrone (eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*, vol. III, Facultad de Ciencias, UNAM, 710 pp.
- ROMERO, N. J. y C.D. Johnson, 2002b, BRUCOL, una base de datos para Bruchidae (Insecta: Coleoptera), en J. Romero Nápoles, E.G. Estrada V. y A. Equihua M. (eds.), *Entomología Mexicana*, vol. 1, Colegio de Postgraduados-SME, Montecillo, Texcoco, Estado de México, pp. 520-524.
- , 2004a, Sinopsis de los Bruchidae de México (Insecta: Coleoptera), en A. Morales M., M. Ibarra G., A. del Pilar Rivera G. y S. Stanford C. (eds.), *Entomología Mexicana*, vol. 3, Colegio de Postgraduados-SME, Montecillo, Texcoco, Estado de México, pp. 758-763.
- , 2004b, Checklist of the Bruchidae (Coleoptera) of Mexico, *The Coleopterists Bulletin* 58(4): 613-635.
- SALAS, A., M.D., J. Romero N. y E. García Aguilera, 2000, Brúquidos asociados a tres especies de Mimosáceas del Bajío Guanajuatense, México, en Frías-Hernández J.T., V. Olalde-Portugal y J. Vernon-Carter (eds.), *El mezquite, árbol de usos múltiples. Estado actual del conocimiento en México*, Universidad de Guanajuato, México, pp. 109-116.

Descortezadores y barrenadores (Insecta: Coleoptera: Scolytidae)



Armando Equihua-Martínez
Edith Guadalupe Estrada-Venegas
Armando Burgos-Solorio

INTRODUCCIÓN

Se han descrito 5 812 especies de Scolytidae a nivel mundial, mismas que han sido catalogados por Wood y Brighth (1992a, b), y Bright y Skidmore (1997); lo que constituye en la actualidad la información más completa de este grupo de escarabajos a nivel mundial. La familia incluye a dos subfamilias, 25 tribus y 225 géneros a nivel mundial. Del total de especies en el mundo, 847 se conocen para México lo que representa el 14.5 % de la fauna mundial (Equihua y Burgos, 2002).

En Veracruz se conocen 272 especies de la familia Scolytidae, por lo que constituye el estado más diverso de nuestro país, además de los estados de Oaxaca, Morelos, Jalisco y Chiapas (Wood, 1981; Equihua y Burgos, 2002; Romero *et al.*, 1996, 1997). A pesar de que en el estado se registra el mayor número de especies, en donde un gran número de investigadores han recolectado, solamente las regiones de Xalapa y Uxpanapa han sido estudiadas con mayor constancia, debido a ello es

de esperarse que la cifra pueda aumentar, sobre todo si consideramos que Veracruz tiene una variación geográfica importante que se refleja en la diversidad de su vegetación.

De acuerdo con la variedad de asociaciones que presentan con sus plantas hospederas, existen especies monófagas, oligófagas y polífagas. En México se han registrado 75 familias con 199 géneros y 265 especies como plantas hospederas de este grupo de insectos (Romero *et al.*, 1996; Wood, 1982).

DIVERSIDAD

Los estados con mayor riqueza de la fauna de escolítidos son Veracruz (272), Oaxaca (225), Morelos (203), Jalisco (177), Chiapas (170) y Puebla (156); dentro de los estados medianamente conocidos se encuentran, Michoacán (131), Estado de México (125), Durango (115), Hidalgo (112) y Nuevo León (101); mientras que la diversidad del resto del país ha sido poco explorada (Atkinson y Equihua,

1985a; Atkinson y Equihua, 1985b; Equihua y Burgos, 2002).

A pesar del número de especies registradas en nuestro país (cuadro 1), debe mencionarse que la mayoría de los estados han sido poco explorados, el trabajo de investigadores en el pasado se ha concentrado en zonas cercanas a las carreteras principales. Es de esperarse, por lo tanto, que este número pueda incrementarse para todos los estados. El estado mejor conocido del país es el de Morelos, el cual ha sido estudiado en la mayoría de sus ecosistemas.

CUADRO 1. Número de especies de Scolytidae (Coleoptera) que ocurren en cada uno de los estados de México (modificado de Equihua y Burgos, 2002).

ESTADO	NÚMERO DE ESPECIES
Aguascalientes	8
Baja California Norte	23
Baja California Sur	10
Campeche	68
Chiapas	170
Chihuahua	73
Coahuila	19
Colima	36
Distrito Federal	44
Durango	115
Estado de México	125
Guanajuato	4
Guerrero	82
Hidalgo	112
Jalisco	177
Michoacán	131
Morelos	203
Nayarit	66
Nuevo León	101
Oaxaca	225
Puebla	156
Querétaro	24
Quintana Roo	11
San Luis Potosí	33
Sinaloa	27
Sonora	15
Tabasco	19
Tamaulipas	34
Tlaxcala	46
Veracruz	274
Yucatán	15
Zacatecas	8
Sin localidad definida	4
Se duda su presencia en México	1

Es indudable que la riqueza florística en el estado de Veracruz se mantiene mayormente inexplorada, y que el número de especies podría incrementarse de manera notable. Debe comentarse que en el presente trabajo se incluye un número elevado de especies que carecen de datos precisos de recolecta, lo que no permite definir con precisión su presencia en alguna zona específica del estado, ni su asociación con una planta o ecosistema determinado. Es recomendable que al menos los principales tipos de vegetación puedan estudiarse para tener una estimación más cercana de la diversidad faunística de este grupo de insectos en el estado (apéndice VIII.28).

IMPORTANCIA ECONÓMICA

La familia Scolytidae ha sido considerada tradicionalmente como un grupo de importancia económica, particularmente por el hecho de que en ella se incluyen especies capaces de matar árboles sanos. Algunas especies del género *Dendroctonus*, *Ips*, *Conophthorus*, *Scolytus*, *Pseudohylesinus* y *Phloeosinus*, destacan por su comportamiento como plagas primarias en bosques de coníferas; mientras que los géneros *Xyleborus*, *Xylosandrus* e *Hypothenemus*, incluyen especies importantes como plagas en zonas tropicales (Cibrián *et al.*, 1995). A pesar de ello, la mayoría de las especies son consideradas de importancia secundaria debido a que colonizan a sus plantas hospederas cuando éstas se encuentran debilitadas o han muerto recientemente. Sin embargo, la importancia de este grupo debe enfocarse en su participación en los procesos de reciclaje de nutrientes al contribuir en la descomposición de madera, en donde la celulosa representa uno de los compuestos de más difícil degradación en la naturaleza.

Escolítidos de importancia económica

Tradicionalmente se han diferenciado dos tipos de especies: 1) las primarias son aquellas que son capa-

ces de matar árboles vivos; y 2) aquellas que se establecen en plantas moribundas o muertas son consideradas especies secundarias. Para el estado de Veracruz las especies de mayor importancia económica se mencionan a continuación:

Dendroctonus mexicanus. Es probablemente la especie más importante en bosques de coníferas, ya que ataca la mayoría de especies de *Pinus* presentes en el estado; le sigue en importancia *Dendroctonus adjunctus* que principalmente ataca *Pinus hartwegii* en las zonas altas de coníferas del estado (Los Pescados, municipio de Cofre de Perote), y este caso específico ha representado un problema continuo en los últimos años en la zona de Cofre de Perote. Cabe mencionar que ambas especies han tenido un seguimiento continuo de sus brotes, por parte del personal de la Comisión Nacional Forestal (Conafor), prestadores de servicios y por los ejidatarios de cada localidad, para evitar que los focos de infestación detectados puedan afectar mayores superficies en bosques naturales y plantaciones. Aunque los rodales de *Pinus cembroides* son pequeños, a nivel estatal son afectados por *Conophthorus cembroides*, su importancia radica en que el insecto se alimenta del piñón, lo que repercute en la economía de los ejidatarios que dependen económicamente de este recurso, y en este caso específico las comunidades se han organizado en colaboración con la Conafor, para realizar un control mecánico del insecto dentro de los rodales, efecto que se ha visto reflejado en una mayor cosecha y mayores ingresos económicos para las familias.

Aun cuando las especies del género *Ips* han sido registradas como especies secundarias en bosques de coníferas, en general ocurren en pequeñas infestaciones, en particular sobre plantaciones en donde tienen la capacidad de matar ramas y, en casos severos, provocar la muerte de los árboles. Las poblaciones de *Abies religiosa* en la zona de Cofre de Perote aún son importantes, y aunque pueden ser atacadas por *Scolytus mundus* o *Pseudohylesinus variegatus* no se han reportado ataques importantes de estas especies en años recientes.

En las zonas tropicales se destaca la importancia de *Hypothenemus hampei*, conocida comúnmente como la “broca del café” (Ramírez, 2001). Esta especie es considerada la plaga de mayor importancia de este cultivo, y su impacto repercute en diversas zonas cafetaleras del estado (Tezonapa, Córdoba-Zongolica y Huatusco), aunque es una especie con una alta capacidad reproductiva, los métodos de control han resultado eficientes particularmente mediante el uso de enemigos naturales importados de África, *Cephalonomia stephanoderis* (Hymenoptera: Bethyridae) por el grupo de investigación de ECOSUR (Tapachula, Chiapas), quienes han implementado su reproducción y liberación a nivel de campo, así como el uso de entomopatógenos que han mostrado un control eficaz del insecto.

Xyleborus ferrugineus y *X. volvulus* generalmente atacan árboles de sombra en plantaciones de café u otros frutales y, aunque se consideran responsables de la mortalidad en árboles de sombra en otros estados como Tabasco y Campeche, hasta ahora no se han registrado infestaciones en el estado de Veracruz.

El arbolado de las zonas urbanas no ha sido estudiado en el estado de Veracruz, y debe mencionarse que algunas especies de escolítidos se pueden establecer en árboles nativos o introducidos. Un monitoreo permanente de estos ecosistemas es necesario para poder prevenir impactos en zonas urbanas. Algunos géneros reportados en zonas urbanas de otros estados con daños de consideración incluyen especies de *Xyleborus*, *Xylosandrus*, *Hylesinus* y *Corthylus*, por lo que sería deseable tomarlos en consideración en estudios futuros.

LITERATURA CITADA

- ATKINSON, T.H. y A. Equihua M., 1985a, Notes on biology and distribution of mexican and central American Scolytidae (Coleoptera). I. Hylesininae, Scolytinae except Cryphalini and Corthylini, *The Coleopterists Bulletin* 39(3): 227-238.

- ATKINSON, T.H. y A. Equihua M., 1985b, Notes on biology and distribution of Mexican and Central American Scolytidae (Coleoptera). II. Scolytinae: Cryphalini and Corthylini, *The Coleopterists Bulletin* 39(3): 355-363.
- , 1986, Biology of Bark and Ambrosia Beetles (Coleoptera: Scolytidae and Platypodidae) of a Tropical Rain Forest in Southeastern Mexico with an Annotated Checklist of Species, *Annals of the Entomological Society of America* 79(3): 414-423.
- , 1988, Notas sobre la biología de Scolytidae y Platypodidae (Coleoptera) de México y Centroamérica, *Folia Entomológica Mexicana* 76: 83-105.
- BRIGHT, D.E y R.E. Skidmore, 1997, *A Catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera)*, Supplement 1 (1990-1994), NRC Press, 368 pp.
- CIBRIÁN, T.D., J.T. Méndez M., R. Campos B., H.O. Yates III y J. Flores L., 1995, *Insectos Forestales de México / Forest Insects of Mexico*, Universidad Autónoma de Chapingo, Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México, Forest Service, United States Department of Agriculture, USA, Natural Resources Canada, North American Forestry Commission, FAO, 453 pp.
- DUGÈS, D.E., 1888, Métamorphoses de quelques coléoptères du Mexique, *Annals of the Entomological Society of Belgique* 31: 137-148.
- EQUIHUA, M.A. y A. Burgos S., 1993, Notas sobre la distribución de Scolytidae (Coleoptera) de México y Sur de Texas (EUA), *Agrociencia*, Serie Protección Vegetal 4(3): 305-318.
- , 2002, Scolytidae, en J. Llorente Bousquets y J.J. Morrone (eds.), *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*, vol. III, México, pp. 539-557.
- NOGUERA-MARTÍNEZ F.A. y T.H. Atkinson, 1990, Biogeography and Biology of Bark and Ambrosia Beetles (Coleoptera: Scolytidae and Platypodidae) of a Mesic Montane Forest in Mexico, with an Annotated Checklist of species, *Annals of the Entomological Society of America* 83(3): 453- 466.
- RAMÍREZ DEL A. M. 2001, Importancia económica y situación actual de la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari) en México, en Villanueva J., J. y G. Utrera R. (eds.), *Curso de aprobación y actualización en la campaña contra la broca del café*, SAGARPA/Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz.
- ROMERO N.J., S. Anaya R, A. Equihua M., 1996, *Catálogo de Insectos de la Colección del Instituto de Fitosanidad*, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México, 786 pp.
- ROMERO N.J., S. Anaya R, A. Equihua M. y H. Mejía G., 1997, Lista de Scolytidae de México (Insecta: Coleoptera), *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 70: 35-53.
- WOOD, S.L., 1981, Los Scolytidae de México, resúmenes del primer Simposio Nacional de Parasitología Forestal, 18 y 19 de febrero, Uruapan, Michoacán, pp. 13-57.
- , 1982, The Bark and Ambrosia Beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae), a Taxonomic Monograph. *Great Basin Naturalist Memoirs* 6: 1359 p.
- WOOD, S.L. y D.E. Bright, 1992a, A catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera), Part 2: Taxonomic Index Vol. A 1-833 p.
- , 1992b, A catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera), Part 2: Taxonomic Index Vol. B 835-1553 p.

Escarabajos de la madera (Insecta: Coleoptera: Passalidae)



Pedro Reyes-Castillo

INTRODUCCIÓN

México se caracteriza por su alta riqueza de géneros (20) y especies (104) de coleópteros de la familia Passalidae. El 80 % del total de especies está confinado a los sistemas montañosos del noreste, centro, sur y sureste del país. En 29 estados de México existe el registro de al menos una especie de Passalidae y los estados más ricos en géneros y especies son Chiapas, Veracruz y Oaxaca.

Las primeras descripciones de especies nuevas de Passalidae originarias de Veracruz fueron publicadas por Truqui (1857), Kaup (1871), Bates (1886) y Kuwert (1897). En la *Biologia Centrali Americana*, Henry W. Bates (1886) señaló localidades veracruzanas precisas para las especies descritas por MacLeay (1819), Lepeletier y Serville (1825), Eschscholtz (1929), Percheron (1835, 1841), Burmeister (1847), Erichson (1847), Truqui (1857) y Kaup (1868, 1871). El manuscrito inédito de Dugés (1869-1881) incluyó siete especies de localidades de Veracruz proporcionadas por Sallé (Villada, 1901).

La descripción de especies nuevas para Veracruz fue esporádica durante el siglo XX (Reyes-Castillo y Castillo, 1986; Castillo y Reyes-Castillo, 1984; Boucher, 1988) y para el estado sólo se revalidó una especie (Reyes-Castillo y Castillo, 1994). El avance sobre el estudio de especies veracruzanas, desde diferentes puntos de vista (taxonómico de adultos y larvas, ecológico, etológico), fue relevante en los últimos 35 años, en particular para la región de Los Tuxtlas (Reyes-Castillo, 1970; Morón, 1979; Castillo, 1987; Castillo y Reyes-Castillo, 1997 y 2003; Lobo y Castillo, 1997; Castillo y Lobo, 2004), y en general para el estado de Veracruz (Virkki y Reyes-Castillo, 1972; Reyes-Castillo, 1970, 1978, 2002, 2003, y 2004; Schuster y Reyes-Castillo, 1981; Reyes-Castillo y Jarman, 1980, 1983; Quintero y Reyes-Castillo, 1983; Castillo y Reyes-Castillo, 1984; Serrano *et al.*, 1997; Reyes-Castillo *et al.*, 2006).

La distribución del grupo en Veracruz, abarca una amplia variedad de ecosistemas forestales húmedos y subhúmedos, aunque son la selva alta

perennifolia y sobre todo el bosque de niebla o mesófilo de montaña en donde existe el mayor número de especies y un significativo registro de endemismos propios de la Zona de Transición Mexicana (Halffter, 1976 y 1987).

La presente contribución está sustentada en la información contenida en la bibliografía, las libretas de campo reunidas durante 45 años de recolección (1961-2005) y en los 5 000 ejemplares colectados de 1940 a 2006 depositados en la Colección Entomológica del Instituto de Ecología (IEXA). Parte de la información proporcionada proviene de la base de datos AA014 "Passalidae y Lucanidae (Coleoptera Scarabaeoidea) de México" financiada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). En la clasificación y aspectos nomenclaturales adoptamos los criterios propuestos por Boucher (2005). Se han eliminado de este análisis *Verres hageni* Kaup, *V. intermedius* Kaup y *Yumtaax intergeneus* Bates citadas en la *Biología Centrali-Americana* (Bates 1886), cuya presencia en Veracruz consideramos dudosa, por otra parte incluimos cinco especies nuevas por describir depositadas en la colección IEXA.

DESCRIPCIÓN

Passalidae es una familia de Coleoptera, que pertenece a la superfamilia Sacarabaeoidea, única de la serie Scarabaeiformia del suborden Polyphaga, las interpretaciones filogenéticas establecen el carácter monofilético de la superfamilia, grupo cosmopolita que congrega alrededor de 30 000 especies, de notable diversidad estructural y alta plasticidad de adaptación (Martín-Piera, 2000).

Los miembros de esta familia se caracterizan por su marcada uniformidad morfológica, ecológica y etológica. El adulto de color negro brillante con cuerpo largo y deprimido (figura 1) mide entre 12 a 80 mm de longitud; cabeza prognata; antena compuesta por 10 artejos capaces de enrollarse y

maza integrada de tres a seis artejos; clípeo reducido y labro prominente; mandíbulas curvadas y dentadas; pronoto cuadrangular y separado del resto del cuerpo por el pedúnculo mesotorácico; élitros alargados, estriados, lados paralelos y ápice redondeado. El huevo ovoide, verde oliva y traslúcido antes del avivamiento de la larva. La larva alargada, segmentos torácicos y abdominales completos dorsalmente, tercer par de patas reducido a un corto apéndice que funciona como plectro estridulador. La pupa con cabeza apenas visible ventralmente y tergitos abdominales sinuosos en sus márgenes.



FIGURA 1. *Veturius marilucae* Boucher 1988, especie endémica de la Sierra de Santa Marta, Los Tuxtlas, Veracruz. Tamaño natural del ejemplar: 35.5 mm de largo (Foto: María L. Castillo).

BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA

Los pasálidos son coleópteros saproxilófagos de hábitos subsociales, los adultos excavan largas galerías dentro del tronco podrido donde viven con sus huevos, larvas, pupas y adultos tenerales (Reyes-Castillo y Halffter, 1983, 1984). Adultos y larvas estridulan (Reyes-Castillo y Jarman, 1980, 1983), en conjunto producen hasta 14 señales diferentes (Schuster y Schuster, 1997) asociadas a comportamientos de molestia, agresión y cortejo. Los adultos poseen un tracto digestivo posterior provisto de numerosas *caeca* donde viven microorganismos aminolíticos y celulolíticos (Castillo y Reyes-Castillo, 2003). Adultos y larvas se alimentan de sus excrementos predigeridos por una microflora que constituye un rumen externo (Schuster, 2002).

La cópula se realiza dentro del tronco en descomposición (Castillo y Reyes-Castillo, 1989) y presentan uno o varios ciclos reproductivos al año (Castillo, 1987; Valenzuela-González, 1986; Fonseca, 1988). Las especies subcortícolas presentan poblaciones numerosas y aprovechan el tronco en las primeras etapas de descomposición, en contraste las albudurámicas exhiben poblaciones pequeñas, el grupo familiar integrado por la pareja bisexual y su progenie, usan el tronco en las etapas intermedias de descomposición (Lobo y Castillo, 1997).

Forman parte de la macro fauna del tronco en descomposición, donde cumplen su ciclo de vida, tienen preferencia por troncos de dicotiledóneas (Castillo, 1987; Castillo y Reyes-Castillo, 1997, 2003). En Los Tuxtlas, 15 especies de pasálidos de la selva alta perennifolia habitaron en 62 por ciento de 248 troncos podridos de 70 especies arbóreas de dicotiledóneas, que comprenden el 24 por ciento de las 298 especies arbóreas que existen en ese bosque (Castillo y Reyes-Castillo, 2003).

En términos generales, las especies de Passalidae ocupan una gran variedad de formaciones forestales, desde las muy húmedas a las secas, situadas desde el nivel del mar hasta los 3 200 m de altitud. En

México son más abundantes, por su número de especies y alta densidad de sus poblaciones, sobre todo en la selva alta perennifolia y el bosque mesófilo de montaña. En Los Tuxtlas, Castillo y Lobo (2004) determinaron que la composición de la comunidad de pasálidos no difiere entre bosques primarios y secundarios, ni en número de individuos ni biomasa por tronco, el bosque primario es apenas más rico en especies y sin estar regulada su diversidad por la riqueza de especies de árboles.

DIVERSIDAD

La familia se divide en dos subfamilias (Reyes-Castillo, 1970): Aulacocyclinae, de distribución paleártico-oriental-australiana, contiene cinco géneros, y Passalinae, de distribución pantropical, agrupa 57 géneros. De acuerdo a Boucher (2005), Aulacocyclinae agrupa las tribus Aulacocyclini (tres géneros oriental-australianos) y Ceracupini (dos géneros paleártico-orientales), mientras que Passalinae congrega las tribus: Passalini (cinco géneros neotropicales), Proculini (19 géneros neotropicales), Solenocyclini (nueve géneros etiópico-malgaches), Leptaulacini (dos géneros oriental-australianos) y Macrolinini (22 géneros oriental-australianos). Por el número de taxa superiores, Passalidae muestra mayor diversidad, en subfamilias (dos), tribus (tres) y géneros (29) en el conjunto de las regiones Oriental y Australiana con respecto a la región Neotropical, donde se reparten una subfamilia con dos tribus que agrupan 24 géneros.

Para el mundo, Reyes-Castillo (2002) contabilizó 680 especies descritas, y Boucher (2005) calculó 700 descritas y llegó a diferenciar hasta 930, por lo que considero debieran existir 1 000 especies tomando en cuenta numerosos sinónimos y 200 especies por describir. He calculado para América, comprendida desde Canadá hasta Uruguay con la inclusión de las Antillas Mayores y Menores, 405 especies agrupadas en 24 géneros y dos tribus de la

subfamilia Passalinae (cuadro 1). En el continente, parece ser Chile el único país donde no existen pasálidos.

México contiene más del 10 % del total mundial y 25 % del total americano de especies, en su territorio alberga una subfamilia, dos tribus, 20 géneros y 104 especies (descritas y nuevas por describir) de Passalidae (cuadro 1). El contraste de México con los países de América del Sur es su notable pobreza en Passalini, que está representada por 16 especies que pertenecen a escasas líneas filéticas de tres géneros (Reyes-Castillo *et al.*, 2006), además, México es el país con la mayor riqueza de géneros (17) y especies (88) de Proculini en toda América.

Las 39 especies (descritas y nuevas por describir) de Passalidae registradas para Veracruz constituyen cerca del 10 % del total de especies en América y 38 % de las de México. Veracruz ocupa el segundo lugar en riqueza de especies en México, sólo superado por Chiapas (45) y casi al mismo nivel de Oaxaca (37), estas tres entidades son las más diversificadas en géneros y especies con una considerable diferencia en sus números sobre el resto de los estados mexicanos donde viven entre una a 25 especies, excepto Baja California, Distrito Federal y Tlaxcala entidades donde no existe registro de Passalidae (cuadro 2).

CUADRO 1. Clasificación de Passalidae en América indicando el total de especies por género comparado con aquellas registradas para México y Veracruz (se incluyen especies nuevas).

SUBFAMILIA	TRIBU	GÉNEROS	ESPECIES	MÉXICO	VERACRUZ
Passalinae	Passalini	<i>Passalus</i>	160	14	6
		<i>Passipassalus</i>	1	0	0
		<i>Ptichopus</i>	1	1	1
		<i>Paxillus</i>	9	1	1
		<i>Spasalus</i>	7	0	0
Passalinae	Proculini	<i>Arrox</i>	2	1	0
		<i>Chondrocephalus</i>	7	6	0
		<i>Popilius</i>	18	0	0
		<i>Vindex</i>	7	7	1
		<i>Proculejus</i>	7	7	4
		<i>Spurius</i>	6	6	3
		<i>Petrejoides</i>	14	7	4
		<i>Undulifer</i>	4	4	1
		<i>Pseudacanthus</i>	10	10	1
		<i>Heliscus</i>	10	5	3
		<i>Oileus</i>	6	6	2
		<i>Odontotaenius</i>	10	6	3
		<i>Proculus</i>	7	4	1
		<i>Verres</i>	15	3	2
		<i>Veturius</i>	74	3	1
		<i>Ogyges</i>	14	3	0
		<i>Xylopassaloides</i>	5	2	0
		<i>Pseudoarrox</i>	1	0	0
		<i>Yumtaax</i>	8	8	5
		TOTAL		24	405

CUADRO 2. Familia Passalidae: riqueza de géneros y (especies) por estados de México.

ESTADO	PASSALINI	PROCULINI	TOTAL
Aguascalientes	2 (2)	0	2 (2)
Baja California	0	0	0
Baja California Sur	1 (1)	0	1 (1)
Campeche	3 (4)	4 (4)	7 (8)
Chiapas	3 (9)	16 (37)	19 (46*)
Chihuahua	1 (1)	0	1 (1)
Coahuila	0	2 (2)	2 (2)
Colima	2 (3)	0	2 (3)
Distrito Federal	0	0	0
Durango	1 (1)	0	1 (1)
Guanajuato	1 (1)	1 (1)	2 (2)
Guerrero	2 (5)	8 (10)	10 (15*)
Hidalgo	2 (4)	9 (14)	11 (18)
Jalisco	2 (5)	1 (1)	3 (6*)
México	2 (2)	2 (2)	4 (4)
Michoacán	2 (4)	4 (4)	6 (8)
Morelos	2 (3)	3 (3)	5 (6)
Nayarit	2 (4)	0	2 (4)
Nuevo León	1 (1)	3 (3)	4 (4)
Oaxaca	3 (10)	11 (27)	14 (37*)
Puebla	3 (6)	10 (19)	13 (25)
Querétaro	1 (1)	2 (3)	3 (4*)
Quintana Roo	3 (4)	4 (4)	7 (8)
San Luis Potosí	2 (4)	3 (3)	5 (7)
Sinaloa	2 (4)	0	2 (4)
Sonora	2 (2)	0	2 (2)
Tabasco	3 (4)	2 (2)	5 (6)
Tamaulipas	2 (6)	3 (3)	5 (9*)
Tlaxcala	0	0	0
Veracruz	3 (8)	13 (31)	16 (39*)
Yucatán	2 (3)	2 (2)	4 (5)
Zacatecas	1 (1)	0	1 (1)

*Incluye especies nuevas a la ciencia.

DISTRIBUCIÓN

La familia Passalidae presenta distribución mundial pantropical, representada en las regiones biogeográficas Etiópica, Oriental, Australiana y Neotropical. Algunas especies, sin embargo, sobrepasan con mucho los trópicos de Cáncer y de Capricornio hacia el norte y el sur, respectivamente. En zonas templadas del hemisferio boreal, se encuentran en la región Neártica dos especies endémicas de *Odontotaenius* en Estados Unidos de América y Canadá; y en la región Paleártica son endémicos de Corea del

Sur *Leptaulax koreanus* Nomura, Kon y Johki, del Japón *Cylindrocaulus patalis* (Lewis) y de China *C. bucerus* Fairmaire y *C. davidi* Boucher y Reyes-Castillo; el límite meridional de distribución en África lo ocupa *Didimus sansibaricus* Harold que se extiende por Mozambique; mientras en la región Australiana llega a su límite meridional *Pharochilus rugiceps* (Hope y Westwood) hasta Tasmania y en la Neotropical *Spasalus robustus* (Percheron) hasta el este de Uruguay (Reyes-Castillo *et al.*, 2006).

Las especies de pasálidos mexicanos se distribuyen en ecosistemas forestales tropicales y subtropicales situados del nivel del mar hasta los 3 200 m de altitud. *Ptichopus angulatus*, el pasálido de más amplia distribución en el país, vive en los detritos de los hormigueros de *Atta* y ocupa una gran variedad de formaciones forestales, desde las muy húmedas de baja, media y alta altitud a las secas, como las selvas bajas subcaducifolia, caducifolia y espinosa, y algunos tipos de matorrales xerófilos.

El límite de distribución septentrional del grupo por el occidente de México lo alcanza *Passalus punctatostriatus* en Yepachic, Chihuahua (28° 25' 23" N, 108° 22' 34" O) y por el oriente *Ptichopus angulatus* en Apodaca, Nuevo León (25° 46' 5" N, 100° 10' O). La distribución de algunas especies de pasálidos por el Altiplano Mexicano es periférica y siempre al sur del Trópico de Cáncer.

El 80 % del total de especies de Passalidae registradas para México son endémicas de la Zona de Transición Mexicana (área comprendida entre México y la depresión Nicaragüense) y la mayoría presentan el patrón mesófilo de montaña; se distribuyen en los bosques húmedos de mediana y alta altitud situados en la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre del Sur, Sierra Madre de Chiapas, las montañas de Oaxaca, el Macizo Central de Chiapas y el Sistema Volcánico Transversal, o bien, algunas se distribuyen en áreas restringidas de la Península de Yucatán, de las planicies costeras del Pacífico o el Golfo de México. El 20 % restante son de extensa distribución continental (México, América Central

y América del Sur) y presentan el patrón neotropical típico, con distribución en las selvas húmedas y sub-húmedas de la planicie costera del Pacífico, planicie costera del Golfo de México y la península de Yucatán (Halffter, 1976, 1987; Reyes-Castillo y Halffter, 1978, Reyes-Castillo, 1985, Reyes-Castillo *et al.*, 2006).

El apéndice VIII.29 incluye 34 especies registradas en Veracruz, si a éstas incorporamos las cinco especies nuevas por describir, endémicas de la Zona de Transición Mexicana, completamos las 39 que comprende el estado. El análisis muestra que del total de especies de Veracruz, el 25 % son de distribución continental que se reparten en la Zona de Transición Mexicana, el sur de la América Central (Costa Rica-Panamá) y la América del Sur, y el 75 % son endemismos propios de la Zona de Transición Mexicana. En este último caso, 22 especies endémicas de México se distribuyen al norte del Istmo de Tehuantepec y sólo seis son de amplia

repartición, desde el norte del Istmo de Tehuantepec hasta Chiapas o Guatemala.

La distribución de los pasálidos en Veracruz, de acuerdo al tipo de vegetación, (Conabio, 1999) los separa en dos grupos de especies (sin tomar en cuenta a *Proculus goryi* y *Undulifer incisus* de los que tenemos datos imprecisos de su hábitat). El primer grupo incorpora a 17 especies que se distribuyen en distintos tipos de selva y bosque (cuadro 3) y el segundo se integra con 20 especies propias de varios tipos de bosque (cuadro 4). Los ecosistemas forestales más húmedos en Veracruz, la selva alta perennifolia y el bosque mesófilo de montaña, son los más ricos en especies y prácticamente todas ellas centran su distribución en estos tipos de vegetación, puesto que el número de especies disminuye en las selvas y bosques menos húmedos. Pero sin lugar a duda, el bosque mesófilo de montaña es el más rico en especies si reunimos los dos grupos de especies por tipo de vegetación.

CUADRO 3. Distribución de las 17 especies de Passalidae registradas de Veracruz por tipos de vegetación y rango de altitud (msnm).

TAXÓN	sap	smsc	sbc	bpe	bmm	msnm
PASSALINI						
<i>Passalus caelatus</i>	x				x	110-1 030
<i>Passalus cognatus</i>	x	x			x	40-600
<i>Passalus inops</i>	x					50-1 000
<i>Passalus interstitialis</i>	x	x	x		x	10-400
<i>Passalus punctatostriatus</i>	x	x	x	x	x	5-2 000
<i>Passalus punctiger</i>	x	x	x	x	x	5-1 500
<i>Paxillus leachi</i>	x	x			x	10-1 400
<i>Ptichopus angulatus</i>	x	x	x	x	x	10-1 500
PROCULINI						
<i>Heliscus tropicus</i>	x	x	x	x	x	50-2 400
<i>Odontotaenius striatopunctatus</i>	x	x	x	x	x	10-1 980
<i>Oileus rimator</i>	x			x	x	800-2 360
<i>Petrejoides orizabae</i>	x				x	800-1 600
<i>Petrejoides</i> sp nov-1	x					350
<i>Petrejoides</i> sp nov-2	x					350
<i>Spurius bicornis</i>	x				x	40-1 540
<i>Verres cavicollis</i>	x				x	20-1 200
<i>Verres corticicola</i>	x	x	x		x	10-1 300
Total de especies	17	9	7	6	14	

Tipos de vegetación: sap-selva alta perennifolia; smsc-selva mediana subcaducifolia; sbc-selva baja caducifolia; bpe-bosque de pino encino; bmm-bosque mesófilo de montaña.

CUADRO 4. Distribución de las especies (n = 20) de Passalidae registradas de Veracruz, por tipos de vegetación y rango de altitud (msnm).

TAXÓN	bmm	bp	be	msnm
PROCULINI				
<i>Heliscus eclipticus</i>	x			1 360
<i>Heliscus vazquezae</i>	x		x	1 020-1 870
<i>Odontotaenius zodiacus</i>	x	x	x	1 700-2 200
<i>Odontotaenius</i> sp. nov.	x			1 450
<i>Oileus heros</i>	x			1 240-2 240
<i>Petrejoides jalapensis</i>	x	x		1 700-3 200
<i>Petrejoides mysticus</i>	x			1 160
<i>Proculejus brevis</i>	x	x	x	1 320-1 245
<i>Proculejus hirtus</i>	x	x	x	1 270-2 420
<i>Proculejus pubicostis</i>	x			1 200
<i>Proculejus sartorii</i>	x	x	x	1 200-2 360
<i>Pseudacanthus aztecus</i>	x	x		2 170-2 200
<i>Spurius halfpteri</i>	x	x	x	1 890-2 170
<i>Spurius</i> sp. nov.	x	x	x	1 400-1 900
<i>Veturius marilucae</i>	x			970-1 030
<i>Vindex agnoscendus</i>	x	x	x	1 890-3 000
<i>Yumtaax laticornis</i>			x	2 400-3 200
<i>Yumtaax nebulosus</i>	x			1 780
<i>Yumtaax recticornis</i>	x	x	x	2 100-2 700
<i>Yumtaax</i> sp. nov.	x			1 900
Total de especies	19	10	10	

Tipo de vegetación: bmm-bosque mesófilo de montaña; bp-bosque de pino; be-bosque de encino.

La composición taxonómica de cada grupo es distinta, el grupo de especies de selva y bosque comprende miembros de las tribus Passalini y Proculini, mientras el grupo de especies de varios tipos de bosque sólo está integrado por miembros de la tribu Proculini, grupo diversificado en el bosque mesófilo de montaña, hábitat típico donde se presenta el mayor número de especies endémicas.

Las especies del grupo de selva/bosque habitan desde el nivel del mar o los 800 m hasta altitudes medias entre 1 000-1 600 m (algunas llegan a altitudes superiores a los 1 900 m). Las especies que colonizan las selva baja caducifolia son las de más amplia distribución en México y se extienden hacia América Central y del Sur; aunque *Passalus cognatus* y *Heliscus tropicus* son endémicas del noreste, este y sur de México, y son endémicas de Veracruz las dos

especies nuevas de *Petrejoides* (Los Tuxtlas: 18° 5' N, 95° 1' O) de la selva alta perennifolia.

El grupo de especies del bosque húmedo está integrado por 20 especies endémicas de la Zona de Transición Mexicana (cuadro 4) que habitan los bosques húmedos situados desde 970 hasta 3 200 m de altitud, la mayoría viven en el bosque mesófilo de montaña y sólo *Yumtaax laticornis* es propia del bosque de encino. La mayoría de las especies (18) de este grupo son endémicas en los sistemas montañosos situados al norte del Istmo de Tehuantepec (Sierra Madre Oriental, Sistema Volcánico Transversal, Sierra Madre del Sur y montañas de Oaxaca), sólo *Heliscus eclipticus* y *Petrejoides mysticus* son de amplia distribución continental (México y América Central), y sólo cinco especies son las únicas propiamente veracruzanas: *Yumtaax laticornis* del bosque de encino en el Pico de Orizaba (18° 7' N, 97° 33' O), *Veturius marilucae* del bosque mesófilo de montaña en la Sierra de Santa Marta (15° 8' N, 97° 7.6' O) de la región de Los Tuxtlas y las especies nuevas de *Odontotaenius* (Huatusco: 19° 1' N, 96° 9' O), *Spurius* (Huayacocotla: 20° 53' N, 98° 47' O) y *Yumtaax* (Coatepec: 19° 4' N, 96° 9' O) del bosque mesófilo de montaña.

IMPORTANCIA

Las comunidades de pasálidos de la selva alta perennifolia y del bosque mesófilo de montaña juegan un papel ecológico fundamental en la degradación inicial y media de los troncos de una vasta variedad de árboles muertos, pues contribuyen a acelerar la descomposición de la madera e incorporan al suelo fósforo, nitrógeno, potasio y sodio (Castillo y Reyes-Castillo, 2003).

Por otra parte, aunque siete son las especies endémicas de Veracruz (*Veturius marilucae*, *Yumtaax laticornis*, y las cinco especies nuevas de *Odontotaenius*, *Petrejoides*, *Spurius* y *Yumtaax*), otras 19 son endémicas de la Zona de Transición Mexicana,

entre las que ocho especies pertenecen a *Proculejus* y *Yumtaax*, únicos géneros endémicos de las montañas en los estados de Querétaro, Hidalgo, Puebla, Veracruz, Oaxaca y Guerrero.

La riqueza de endemismos, estatal y regional, de la selva alta perennifolia y en especial la del bosque mesófilo de montaña, revela la utilidad de los pasálidos como un grupo de organismos indicadores en la selección de áreas destinadas a la conservación (Schuster *et al.*, 2000). Sin duda la mayor amenaza que se cierne sobre este grupo de coleópteros es la fragmentación y disminución de su hábitat, tales como la selva alta perennifolia y el bosque mesófilo de montaña, ecosistemas terrestres que en Veracruz han sido transformados en pastizales, áreas agrícolas y urbanas.

Por último, históricamente Veracruz ha sido desde el siglo XIX un territorio importante para la colecta de coleópteros y otros insectos, colectas a partir de las cuales fueron descritas gran cantidad de especies. En el apéndice VIII.29 se marcan con un asterisco (*) las especies que fueron originalmente descritas con base en valiosos ejemplares provenientes del estado de Veracruz. En la *Biologia Centrali-Americana* (Bates, 1886), por ejemplo, destacan las siguientes localidades de especies descritas de Veracruz: Córdoba (18° 35' N, 87° 12' O), Jalapa (19° 32' N, 96° 55' O), Mirador (19° 17' N, 96° 54' O) y Orizaba (18° 51' N, 97° 06' O) cuyas coordenadas fueron señaladas por Selander y Vaurie (1962) y quienes confundieron y no lograron localizar Tox-pam “antigua hacienda y congregación de la municipalidad de Córdoba” y hoy conurbada a la ciudad de Córdoba (Peredo Fernández *et al.* 1993) y Jacale, citada Jacal por Truqui (1857) y Ranchería del Jacale por Sallé (1873), hoy una pequeña población llamada El Jacal y situada en el Pico de Orizaba, municipio de Coscomatepec.

Las localidades antes referidas son de donde provienen los ejemplares sobre los que se fundamentó la descripción de las especies siguientes: *Oileus rimator* (Truqui), *Odontotaenius zodiacus* (Truqui),

Passalus cognatus (Truqui), *P. inops* (Truqui), *Petrejoides jalapensis* Bates, *Proculejus brevis* (Truqui), *P. pubicostis* Bates, *P. sartorii* Kaup, *Pseudacanthus aztecus* (Truqui), *Spurius bicornis* (Truqui), *Verres corticicola* (Truqui), *V. cavicollis* Bates y *Yumtaax laticornis* (Truqui).

La alta riqueza de Passalidae que caracteriza a México es, toda proporción guardada, también una cualidad de Veracruz, como uno de los estados más ricos del país. Aún nos sorprende con la presencia de nuevos taxones encontrados en exploraciones recientes, que aumenta el número de especies descritas por primera vez de localidades precisas (Truqui, 1857) y que en la *Biologia Centrali Americana* (Bates, 1886) fueron recapituladas, localidades en su mayoría con coordenadas geográficas y altitud determinadas por Selander y Vaurie (1962) y entre las que precisamos dos más.

La exploración del territorio veracruzano en el siglo XX ha conducido a la descripción de más especies nuevas y el estudio sobre la taxonomía de adulto y larva, la ecología y etología de este grupo de coleópteros, con base en especímenes colectados en la región de Los Tuxtlas. Se considera que debe completarse la exploración del estado hacia el norte y sur de la planicie costera, áreas en donde el conocimiento sobre las especies de pasálidos es incipiente. Es muy probable que se presente alguna especie (*Verres hageni*) que extienda su distribución desde el sur del Istmo de Tehuantepec hacia la parte meridional del estado.

El reducido número de Passalini en Veracruz es en cierta forma artificial, lo más probable es que exista una mayor cantidad de especies de *Passalus*, dado los sinónimos por revalidar de *P. caelatus* y *P. punctatostriatus*.

En Veracruz Passalidae incluye un significativo grupo de especies que sigue el patrón de distribución mesófilo de montaña, centrado en el bosque mesófilo de montaña en donde existe el mayor número de endemismos propios de la Zona de Transición Mexicana (Halffter, 1976; 1987). Otros

coleópteros con un patrón de distribución semejante son las especies del rutelino *Plusiotis* (Morón, 1992) y los diferentes grupos de Melolonthidae y de Carabidae citados por Halffter (2003). La sorprendente riqueza de pasálidos endemitas del bosque mesófilo de montaña contrasta con la relativa pobreza de los mismos en la selva alta perennifolia, lo cual está de acuerdo con los datos de Rzedowski (1991) sobre la proporción de especies endémicas en la flora de ambos tipos de vegetación de México.

LITERATURA CITADA

- BATES, H.W., 1886, Coleoptera, Part 2. Pectinicornia and Lamellicornia, en D.F. Godman y O. Salvin (eds.), *Biologia Centrali-Americana*, vol. II, Londres, Porter.
- BOUCHER, S., 1988, Révision des espèces Mexicaines du genre *Veturius* Kaup (Coleoptera: Scarabaeoidea), *Revue française d'Entomologie* (N.S.) 10: 36-40.
- , 2005, Évolution et phylogénie des Coléoptères Passalidae (Scarabaeoidea), *Annales de la Société Entomologique de France* 41 (3-4): 237-604.
- BURMEISTER, H., 1847, *Handbuch der Entomologie*, vol. 5, Coleoptera Lamellicornia Xylophila et Pectinicornia, Berlin, C.F. Enslin, 584 pp.
- CASTILLO, C. y P. Reyes-Castillo, 1984, Biosistemática del género *Petrejoides* Kuwert (Coleoptera, Lamellicornia, Passalidae), *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 4: 1-84.
- CASTILLO, M.L., 1987, *Descripción de la comunidad de Coleoptera Passalidae en el bosque tropical perennifolio de la región de Los Tuxtlas, Veracruz*, tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, México. (No publicada.)
- CASTILLO, M.L. y J.M. Lobo, 2004, A comparison of Passalidae (Coleoptera, Lamellicornia) diversity and community structure between primary and secondary tropical forest in Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico, *Biodiversity and Conservation* 13: 1257-1269.
- CASTILLO, M.L. y P. Reyes-Castillo, 1989, Copulation *in natura* of passalid beetles (Coleoptera: Passalidae), *Coleopterists Bulletin* 43(2): 162-164.
- , 1997, *Passalidae*, en E. González Soriano, R. Dirzo y R. Vogt (eds.), *Historia Natural de Los Tuxtlas, Veracruz, México*, Instituto de Biología, UNAM, pp. 293-298.
- , 2003, Los Passalidae: coleópteros tropicales degradadores de troncos de árboles muertos, en F.J. Alvarez-Sánchez y E. Naranjo-García (eds.), *Ecología del suelo en la selva tropical húmeda de México*, Instituto de Ecología, Xalapa, Instituto de Biología y Facultad de Ciencias, UNAM, pp. 237-262.
- CONABIO, 1999, Carta de uso de suelo y vegetación modificado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, escala 1:1.000.000.
- ERICHSON, W.F., 1847, Conspectus insectorum coleopterorum quae in Republica Peruana observata sunt, *Archiv für Naturgeschichte* 13: 321-480.
- ESCHSCHOLTZ, F., 1929, Dissertatio de Coleopterorum *Passalus*, *Nouveaux Mémoires de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou* 1: 15-28.
- FONSECA, C.R.V., 1988, Contribuição ao conhecimento da bionomia de *Passalus convexus* Dalman, 1817 e *Passalus latifrons* Percheron, 1841 (Coleoptera: Passalidae), *Acta Amazonica* 18: 197-222.
- HALFFTER, G., 1976, Distribución de los insectos en la Zona de Transición Mexicana. Relaciones con la entomofauna de Norteamérica, *Folia Entomológica Mexicana* 35: 1-64.
- , 1987, Biogeography of the montane entomofauna of Mexico and Central America, *Annual Review of Entomology* 32: 95-114.
- , 2003, Biogeografía de la entomofauna de montaña de México y América Central, en J.J. Morrone y J. Llorente-Bousquets (eds.), *Una perspectiva Latinoamericana de la Biogeografía*, Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, pp. 87-97.
- KAUP, J.J., 1868, Podromus zu einer Monographie der Passaliden, *Coleopterologische Hefte* 4: 1-31.

- , 1871, Monographie der Passaliden, *Berliner Entomologische Zeitschrift* 15: 1-125.
- KUWERT, F., 1897, Die Passaliden Dichotomisch Bearbeiter, *Novitates Zoologicae* 4: 274-306.
- LEPELETIER, A.L.M. y J.G. Serville, 1825, Passale, *Passalus*, en *Encyclopédie Méthodique. Entomologie, ou Histoire Naturelle des Crustacés, des Arachnides et des Insectes*, t. 10, París, Agasse, pp. 19-21.
- LOBO, J. y M.L. Castillo, 1997, The relationship between ecological capacity and morphometry in a Neotropical community of Passalidae (Coleoptera), *The Coleopterists Bulletin* 51(2): 147-153.
- MACLEAY, W.S., 1819, *Horae Entomologicae, or essays on the annulose animals*, Londres, R & A. Taylor, XXX + 160 pp.
- MARTÍN-PIERA, F., 2000, Superfamilia Scarabaeoidea. Introducción general. Coleoptera Scarabaeoidea, en I.F. Martín-Piera y J.I. López-Colón, M.A. Ramos *et al.* (eds.), Fauna Ibérica, vol. 14, Museo Nacional de Ciencias Naturales/Consejo Superior de la Investigación Científica, Madrid, España, pp. 15-41.
- MORÓN, M.A., 1979, Fauna de coleópteros lamellicornios de la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, Veracruz, UNAM, México, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, 50 Serie Zoología (1): 375-454.
- , 1992, Análisis biogeográfico preliminar del género *Plusiotis* Burmeister (Coleoptera: Melolonthidae, Rutelinae), en S.P. Darwin y A.L. Welden (eds.), *Biogeography of Mesoamerica, Proceedings of a Symposium*, Tulane Studies in Zoology and Botany, Supplementary Publication 1, Tulane University, Nueva Orleans, pp. 235-242.
- PERCHERON, A., 1835, *Monographie des Passales et des genres qui ont été séparés*, París, J.A. Mercklein, 109 pp.
- , 1841, Révision critique et supplément à la Monographie du genre Passale, *Revue et Magasin de Zoologie*, París, 1-48.
- PEREDO FERNÁNDEZ, R., O. Ochoa Contreras y G. Ayora Vázquez, 1993, *Diccionario enciclopédico veracruzano*, Universidad Veracruzana, Xalapa de Enríquez, Ver., México, VIII+398 pp.
- QUINTERO, G. y P. Reyes-Castillo, 1983, Monografía del género *Oileus* Kaup (Coleoptera: Scarabaeoidea: Passalidae), *Folia Entomológica Mexicana* 57: 1-50.
- REYES-CASTILLO, P., 1970, Coleoptera, Passalidae: morfología y división en grandes grupos; géneros americanos, *Folia Entomológica Mexicana* 20-22: 1-217.
- , 1978, Revisión monográfica del género *Spurius* Kaup (Coleoptera, Passalidae), *Studia Entomologica* 20 (1-4): 269-290.
- , 1985, Análisis zoogeográfico de los Passalidae (Coleoptera: Lamellicornia) en México, Memoria de los Simposios Nacionales de Entomología Forestal II y III, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Publicación Especial 46: 292-303.
- , 2002, Passalidae, en J. Llorente Bousquets y J.J. Morrone (eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de los artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*, vol. III, UNAM, pp. 467-483.
- , 2003, Passalidae, en M.A. Morón (ed.), *Atlas de los escarabajos de México. Coleoptera: Lamellicornia Vol. II Familias Scarabaeidae, Trogidae, Passalidae y Lucanidae*, Argania editio, Barcelona, pp. 135-168.
- , 2004, Passalidae (Insecta: Coleoptera), en I. Luna, J.J. Morrone y D. Espinosa (eds.), *Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental*, Las Prensas de Ciencias, UNAM, pp. 283-293.
- REYES-CASTILLO, P. y C. Castillo, 1986, Nuevas especies de Coleoptera Passalidae de la Zona de Transición Mexicana, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, 56 Serie Zoología (1): 141-154.
- REYES-CASTILLO, P. y M.L. Castillo, 1994, Revalidación de *Passalus (Pertinax) cognatus* Truqui (Coleoptera: Passalidae), *Folia Entomológica Mexicana* 92: 75-76.
- REYES-CASTILLO, P. y G. Halffter, 1978, Análisis de la distribución geográfica de la tribu Proculini (Coleoptera: Passalidae), *Folia Entomológica Mexicana* 39-40: 222-226.
- , 1983, La structure sociale chez les Passalidae (Col.), *Bulletin de la Société d'Entomologie de France* 88: 619-635.

- , 1984, La estructura social de los Passalidae (Coleoptera: Lamellicornia), *Folia Entomológica Mexicana* 61: 49-72.
- REYES-CASTILLO, P. y M. Jarman, 1980, Some notes on larval stridulation in Neotropical Passalidae (Coleoptera: Lamellicornia), *The Coleopterists Bulletin* 34(3): 263-270.
- , 1983, Disturbance sounds of adult passalid beetles (Coleoptera: Passalidae): structural and functional aspects, *Annals of the Entomological Society of America* 76(1): 6-22.
- REYES-CASTILLO, P., C.V. Rojas-Gómez y H. Vázquez, 2006, Patrones de distribución de la familia Passalidae (Coleoptera), en Morrone, J.J. y J. Llorente Bousquets (eds.), *Componentes bióticos principales de la entomofauna mexicana*, vol. I, Las Prensas de Ciencias, UNAM, pp. 237-270.
- RZEDOWSKI, J., 1991, El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar, *Acta Botánica Mexicana* 15: 47-64.
- SALLÉ, A., 1873, Description et figure de cinq espèces de Coléoptères Mexicains, *Revue et Magasin de Zoologie*, ser. 3, 1: 11-17.
- SCHUSTER, J.C., 2002, Passalidae Leach 1815, en R.H. Arnett, Jr., M.C. Thomas, P.E. Skelly y J.H. Frank (eds.), *American beetles*, vol. 2: Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea, CRC Press, Boca Raton, pp. 12-14.
- SCHUSTER, J.C. y P. Reyes-Castillo, 1981, New World genera of Passalidae (Coleoptera): a revision of larva, *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, México, 25: 79-116.
- SCHUSTER, J.C. y L.B. Schuster, 1997, The evolution of social behavior in Passalidae (Coleoptera), en J.C. Choe y B.J. Crespi (eds.), *The evolution of social behavior in insects and arachnids*, Cambridge University Press, Nueva York, pp. 260-269.
- SCHUSTER, J.C., E.B. Cano y C. Cardona, 2000, Un método para priorizar la conservación de los bosques nubosos de Guatemala, usando Passalidae (Coleoptera) como organismos indicadores, *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 80: 197-209.
- SELANDER, R.B. y P. Vaurie, 1962, A gazetteer to accompany the Insecta volumes of the *Biologia Centrali-Americana*, *American Museum Novitates* 2099: 1-70.
- SERRANO, J., J. Galián y P. Reyes-Castillo, 1998, Karyotypic evolution and phylogeny of Mexican Passalidae (Coleoptera: Polyphaga: Scarabaeoidea), *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 36 (4): 159-167.
- TRUQUI, M.E., 1857, Enumération des espèces mexicaines du genre *Passalus*, avec un tableau synoptique de toutes les espèces et la description de celles qui sont nouvelles, *Revue et Magasin de Zoologie* 9: 1-22.
- VALENZUELA-GÓNZALEZ, J., 1986, Life cycle the sub-social beetle *Heliscus tropicus* (Coleoptera: Passalidae) in a tropical locality in Southern Mexico, *Folia Entomológica Mexicana* 68: 41-51.
- VIRKKI, N. y P. Reyes-Castillo, 1972, Cytotaxonomy of Passalidae (Coleoptera), *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, México, 19: 49-83.
- VILLADA, M.M., 1901, *Catálogo de la colección de coleópteros mexicanos del Museo Nacional formada y clasificada por el Dr. D. Eugenio Dugés (Salón de Entomología)*, Segunda Edición, Imprenta del Museo Nacional, México.

Escarabajos coprófagos y necrófagos (Insecta: Coleoptera: Scarabaeidae)



Aristeo Cuauhtémoc Deloya López

INTRODUCCIÓN

A los miembros de la familia Scarabaeidae se les conoce como escarabajos del estiércol, escarabajos rodadores, peloteros, toritos, chimayates, escarabajos caqueros, tlecuilatlolo, cuitlatemoli. Estos coleópteros utilizan el excremento y la carroña para desarrollar sus actividades de alimentación y reproducción, aunque existe un número importante de especies que tienen hábitos alimentarios diferentes.

Dentro de la historia natural de los escarabajos copro-necrófagos, la segregación del nicho ecológico está basada en la alimentación saprófaga especializada hacia la coprofagia, necrofagia y micofagia (Halffter y Matthews, 1966; Halffter y Edmonds, 1992; Navarrete Heredia y Galindo Miranda, 1997), la re-localización del alimento con especies cavadoras y rodadoras (Cambefort y Hansky, 1991), la distribución temporal diurna o nocturna y estacional (Halffter, 1991), el tamaño de las especies (Cambefort y Hansky, 1991), la distribución espacial asociada a los bosques (especies umbrófilas)

y a lugares abiertos (especies heliófilas). Otros factores que determinan la distribución espacial y temporal son el tipo de suelo y vegetación, asociados con los factores abióticos y geográficos (figura 1).

DESCRIPCIÓN

Estos escarabajos presentan el primer par de alas endurecidas llamadas élitros y que cubren al segundo par de alas funcionales; antenas lameladas formadas por once artejos, los últimos tres forman una maza laminar arrosada opaca y pubescente; en los machos puede haber o no dimorfismo sexual en cabeza y pronoto, por la presencia de tubérculos o proyecciones en forma de “cuernos”; la coloración es muy variada y en ocasiones se presentan superficies metálicas o iridiscuentes; miden entre 3 a 65 mm. En Veracruz las especies pequeñas se encuentran incluidas en los géneros *Ataenius*, *Platytomus*, *Aphodius* y *Neopsammodius* y las especies de mayor talla son *Copris megasoma* y *Deltochilum lobipes* que llegan a medir hasta 30 mm.



FIGURA 1. *Coprophanaeus telamon corythus*, de hábitos copro-necrófagos (Foto: C. Deloya).



FIGURA 2. *Bolbelasmus arcuatus*, se desconoce su biología y hábitos, probablemente sean saprófagos especializados (Foto: C. Deloya).

BIOLOGÍA

Los escarabajos adultos tienen actividad diurna o nocturna. Tanto larvas como adultos tienen hábitos saprófagos especializados al alimentarse de materia orgánica en descomposición de origen vegetal (detritófagos), de frutos (carpófagos), de desechos de hormigas y termitas o del excremento (coprófagos) de diversos animales (vacuno, equino, aves de corral, venados, sapos, iguanas, tortugas, murciélagos, conejos, perros, zorras, venados) incluyendo el excremento humano. También pueden alimentarse de materia orgánica en descomposición de origen animal (necrófagos, telio-necrófagos), de moluscos terrestres, otros insectos, reptiles, aves y mamíferos (Halffter y Matthews 1966; Matthews, 1974; Morón, 1979; Ratcliffe, 1980; Young, 1981; Morón, 1984). Pueden tener una o varias generaciones al año y presentar o no cuidado parental a sus crías (comportamiento subsocial) (Halffter y Edmonds, 1982) (figura 2).

DIVERSIDAD

A nivel mundial los Scarabaeidae se encuentran representados por cerca de 7 800 especies (Arnett *et al.*, 2002). En México han sido registradas siete subfamilias, 17 tribus y 66 géneros con 456 especies, de las cuales, en Veracruz se encuentran representadas todas las subfamilias, 15 tribus, 47 géneros y 173 especies (Bates, 1886-1889; Delgado y Pensado, 1998; Deloya, 1992, 1994, 2003; Edmonds, 2003; Halffter, 2003; Halffter *et al.*, 1995; Howden, 2003a, 2003b; Kohlmann, 2003; Morón, 1979, 2003; Reyes-Castillo, 1997; Zunino, 2003). Entre los grupos que concentran el mayor número de especies se encuentran *Onthophagus* (30), *Ataenius* (19), *Canthon* (12) (figura 3), *Germarostes* (8), *Phanaeus* (9) (figura 4 y 5), *Aphodius* (7), *Eurysternus* (6), *Copris* (6) (figura 6), *Neoathyreus* (6) y *Deltochilum* (5), los cuales en su conjunto agrupan al 64 % de las especies conocidas para Veracruz (apéndice VIII.30)



FIGURA 3 *Canthon cyanellus*, especie necrófaga (Foto: C. Deloya).



FIGURA 5. *Phanaeus endymion*, macho (Foto: C. Deloya).



FIGURA 4. *Phanaeus endymion*, hembra, de hábitos copro-necrófagos (Foto: C. Deloya).

De las 173 especies reconocidas en este estudio, el 22 % de ellas sólo se conoce de este estado, mientras que de las 130 especies de *Onthophagus* descritas para América, el 23 % de ellas ocurre en Veracruz.



FIGURA 6. *Copris sallei*, especie coprófaga que habita en ambientes conservados (Foto: C. Deloya).

DISTRIBUCIÓN

La distribución de las especies de Scarabaeidae está relacionada con su filiación biogeográfica neártica o neotropical, en la Zona de Transición Mexicana y sus patrones de distribución (*sensu* Halffter, 1976). En Veracruz, esta fauna la integran especies neotropicales, mesoamericanas de montaña, del Altiplano mexicano, paleoamericanas y neárticas.

Entre los autores que han realizado estudios faunísticos en el estado, encontramos los trabajos de Bates (1886-1889); Morón (1979), Morón y Blackaller (1997), quienes estudiaron los escarabajos de la Estación de Biología Tropical “Los Tuxtlas”, así como Capistrán-Hernández (1992), cuyo estudio se concentró en el Parque de la Flora y Fauna Silvestre Tropical “Pipiapan”. Otros autores han realizado estudios sobre la diversidad y distribución espacial en el bosque mesófilo de montaña, cafetales y en bosques de coníferas (Lobo y Halffter, 2000; Arellano y Halffter, 2003; Arellano *et al.*, 2005; Pineda *et al.*, 2005; Deloya, 2006).

Considerando los registros de las especies por rangos altitudinales cada 500 msnm, se observa que conforme aumenta la altitud disminuye la riqueza de escarabajos. La mayor riqueza porcentual se observa desde nivel del mar hasta los 1 500 m: 0-500 m (58.95 %), 500-1 000 m (49.13 %), y 1 000-1 500 m (40.46 %). En cambio, la riqueza específica por encima de los 1 500 m tiende a ser menor: 1 500-2 000 m (18.49 %), 2 000-2 500 m (15.60 %) y 2 500 a más de 3 000 m (11.56 %) (apéndice VIII.30).

Al analizar la distribución por rangos altitudinales específicos, la riqueza se reparte entre los 0-1 000 msnm (29 especies), 0-1 500 msnm (30 especies) y 500-1 500 msnm (13 especies). Cinco especies se presentan en todo el gradiente altitudinal (*Copris incertus*, *Ontherus mexicanus*, *Onthophagus incensus*, *Onthophagus cyanellus*, *Labarrus pseudolividus*). Nueve especies se presentan sólo entre los 1 000-1 500 mmsnm (*Deltochilum mexicanum*, *Eurysternus foedus*, *Eurysternus magnus*, *Onthophagus corrosus*, *Onthophagus veracruzensis*, *Blackburneus guatemalensis*, *Aphodius cuniculus*, *Ataenius jalapensis*, *Astaenomoechus americanus* [Boucomont]). Siete especies se localizan entre los 1 500-3 000 msnm (*Phanaeus amethystinus*, *Gonaphodielus opistius*, *Agrilinus azteca*, *Onthophagus aerofuscus*, *Geotrupes herbeus*, *Geotrupes nebularum*, *Ceratotrupes boliviari*); y seis especies entre los 1 500-2 500 msnm (*Phanaeus quadridens*, *Onthophagus fuscus orientalis*,

Onthophagus chevrolati retusus, *Onthophagus hippopotamus*, *Onthophagus curvicornis*, *Chilo thorax pumilo*). Por encima de los 3 300 msnm de altitud no existen registros.

Respecto a los tipos de vegetación, la mayor riqueza se observa en el bosque tropical perennifolio, principalmente representado en “Los Tuxtlas” y “Pipiapan” con 50 especies, en tanto que en el bosque mesófilo de montaña del centro del estado, se encuentran 49 especies, y en el bosque de coníferas la riqueza disminuye a 27 especies (cuadro 1).

IMPORTANCIA

Hasta el momento 38 especies son exclusivas para el estado de Veracruz. Sin embargo, no todas ellas podrían ser consideradas como endémicas ya que posiblemente tengan rangos de distribución más amplios (apéndice VIII.30).

Deltochilum mexicanum, es una especie con una amplia distribución entre México y Bolivia asociada con ambientes submontanos; sin embargo, en Veracruz se encuentra asociada a los fragmentos de bosque mesófilo de montaña y es considerada como una especie indicadora de este tipo de vegetación, por lo cual, la pérdida del bosque original podría ocasionar su desaparición a nivel estatal. Algunas especies incluidas en los géneros *Aphodius*, *Ataenius*, *Onthophagus*, *Copris*, *Phanaeus*, se encuentran asociadas con nidos y madrigueras de roedores y vertebrados pequeños, que al ser desplazados de su hábitat original, pueden ocasionar su pérdida a nivel local.

Dos especies exóticas han sido registradas como invasoras, ambas introducidas en los Estados Unidos de América en los años setentas, para controlar el exceso de excremento del ganado. *Euoniticellus intermedius*, especie etiope citada por Montes de Oca y Halffter (1997) y *Digitonthophagus gazella* especie indoafricana registrada por Zunino y Halffter (1988).

CUADRO 1. Riqueza específica de los Scarabaeidae estudiada por varios autores en Veracruz

LOCALIDAD	VEGETACIÓN	RIQUEZA	ALTITUD (m)	AUTOR
“Los Tuxtlas”	BTP	50	100	Morón 1979; Morón y Blackaller, 1997
Piñapán	BTP	48	300	Capistrán Hernández, 1992
Jalcomulco, Rancho Real Minero	BTC	19*	200-500	Halffter y Arellano ,2001
Rancho El Mirador y La Herrería (Cafetales)	BMM	36 ^a	1 000	Deloya, 2006
Rancho Guadalupe (Xalapa), Coatepec, Teocelo (Cafetales)	BMM	26 ^a	1 200-1 300	Deloya, 2006
Las Cañadas acahual-pastizal	BMM	26 ^a	1 400	Deloya, 2006
Ixhuacán, Acajete	BC	12 ^{**b}	1 900-2 050	Lobo y Halffter, 2000
Malpais, Cruz Blanca, Chololoyan	BC	10 ^{**b}	2 300-2 500	Lobo y Halffter, 2000
San Juan Agualeguas, Los Pescados	BC	7 ^{**b}	2 950-3 000	Lobo y Halffter, 2000
El Conejo	BC	2 ^{**b}	3 300	Lobo y Halffter, 2000
Barranca La Loba	BC	0	3 600	Lobo y Halffter, 2000
Cofre de Perote		0	4 000	Lobo y Halffter, 2000

(BTP= Bosque Tropical Perennifolio, BTC= Bosque Tropical Caducifolio, BMM= Bosque Mesófilo de Montaña, BC= Bosque de Coníferas, *sólo Scarabaeinae, **Scarabaeinae, Geotrupinae y Aphodiinae, ^aDiversidad beta= 49 especies, ^bDiversidad beta= 21 especies).

Los Scarabaeidae-Scarabaeinae han sido propuestos para ser utilizados como indicadores de diversidad porque presentan una taxonomía estable, historia natural bien conocida, taxones superiores con un amplio rango de distribución geográfica, abundantes y de fácil observación y manipulación, taxones inferiores con especificidad de hábitat y sensible a cambios ambientales (*sensu* Brown, 1991; Halffter *et al.*, 1992, 2001), además poseen una distribución en rangos altitudinales, en tipos de suelo y bosque y están estrechamente relacionados con otros taxones, especialmente mamíferos (Escobar, 1997; Deloya, 2006). En general, las especies coprófagas incluidas en los géneros *Canthon* (figura 1), *Copris*, *Phanaeus* (figura 2 y 3) y *Onthophagus*, son indicadoras de lugares abiertos con poca, escasa o nula cubierta forestal. En cambio, algunas especies de los géneros

Deltochilum, *Eurysternus*, *Canthon*, *Ateuchus*, *Phanaeus*, *Sulcophanaeus*, *Bdelyopsis*, *Canthidium* y *Uroxys* tienen hábitos umbrófilos y pueden considerarse como especies indicadoras de ambientes no perturbados.

Respecto a su importancia médica y veterinaria, la ausencia de los escarabajos coprófagos puede tener consecuencias ecológicas perjudiciales que resultan de la permanencia del estiércol en la superficie del suelo (Matthews, 1975), un retraso en la velocidad de recirculación de los materiales utilizados por las plantas, aun cuando el estiércol que queda en la superficie es finalmente descompuesto y esparcido por moscas, termitas y agentes atmosféricos, mucho del contenido de nitrógeno original ha sido volatilizado, transformado en amoníaco, que se pierde en la atmósfera; la parte del suelo cubierta

por mojonos de estiércol, impide el desarrollo de la hierba y se ha calculado que se puede perder hasta el 20 % de los pastizales al año en Australia; la cría de grandes cantidades de moscas en el estiércol, como el género *Haematobia* que chupa sangre del ganado y reduce su productividad, mientras que otras especies como *Musca* causan molestias sanitarias al hombre (Guillard, 1967; Bornemissza, 1960; Matthews, 1975).

LITERATURA CITADA

- ARELLANO, L. y G. Halffter, 2003, Gamma diversity: derived from and determinant of alpha diversity and beta diversity, an analysis of three tropical landscape, *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 90: 27-76.
- ARELLANO, L., M.E. Fávila y C. Huerta, 2005, Diversity of dung and carrion beetle in a disturbed Mexican tropical montane cloud forest and shade coffee plantations, *Biodiversity and Conservation* 14: 601-615.
- ARNETT, Jr., R.H., M.C. Thomas, P.E. Skelly y J.H. Frank, 2002, *American beetles* volume 2, Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea, CRC Press, Nueva York, 861 pp.
- BATES, H.W., 1886-1889, *Biologia Centrali Americana*, Insecta Coleoptera, Lamellicornia and Pectinicornia.
- BORNEMISSZA, G., 1960, Could dung eating insects improve our pasture, *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science* 26: 54-56.
- BROWN, K.S. Jr., 1991, Conservation of neotropical environments: insects as indicators, en Collins, N.M. y Thomas, J.A. (eds.), *The conservation of insects and their habitats*, Academic Press, Londres, pp. 350-404.
- CAMBEFORT, Y. e I. Hanski, 1991, Dung beetle population biology, en *Dung beetles ecology*, I. Hanski e Y. Cambefort (eds.), Princeton University Press, pp. 36-50.
- CARRILLO RUIZ, H. y M.A. Morón, 2003, Fauna de Coleoptera Scarabaeiodes de Cuetzalan del Progreso, Puebla, México, *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 88: 87-121.
- CAPISTRÁN Hernández, F., 1992, *Los coleópteros lamellicornios del Parque de la Flora y Fauna Silvestre Tropical "Pipiapan"*, tesis profesional, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, 83 pp.
- DELGADO, L. y M. Pensado, 1998, Una nueva especie mexicana de *Onthophagus* del grupo clypeatus (Coleoptera: Scarabaeidae), *Folia Entomológica Mexicana* 103: 75-80.
- DELOYA, C., 1992, Lista de las especies de Coleoptera Lamellicornia del estado de Veracruz, México (Passalidae, Trogidae, Lucanidae, Scarabaeidae y Melolonthidae), *Boletín de la Sociedad Veracruzana de Zoología* 2(2): 19-32.
- , 1994, Distribución del género *Ataenius* Harold, 1867 en México (Coleoptera: Scarabaeidae: Aphodiinae, Eupariini), *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 61: 43-56.
- , 2003, Subfamilia Aphodiinae, en *Atlas de los escarabajos de México*. Coleoptera: Lamellicornia, Vol. II Familias Scarabaeidae, Trogidae, Passalidae y Lucanidae, Argania Editio, pp. 75-93.
- , 2006, *Escarabajos fitófagos y degradadores de la materia vegetal y animal en la zona centro de Veracruz, México*, tesis doctoral, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, 272 pp.
- EDMONDS, D.W., 2003, Phanaeini, en *Atlas de los escarabajos de México*. Coleoptera: Lamellicornia, vol. II Familias Scarabaeidae, Trogidae, Passalidae y Lucanidae. Argania Editio, España, pp. 58-65.
- ESCOBAR, F., 1997, Estudio de la comunidad de coleópteros coprófagos (Scarabaeidae) en un remanente de bosque seco al norte del Tolima, Colombia, *Caldasia* 19: 419-430.
- GUILLARD, P., 1967, Coprophagous beetles in pasture ecosystems, *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science* 33: 30-34.
- HALFFTER, G., 1976, Distribución de los insectos en la Zona de Transición Mexicana. Relaciones con la entomofauna americana, *Folia Entomológica Mexicana* 35: 1-64.

- , 1991, Historical and ecological factors determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae), *Folia Entomológica Mexicana* 82: 195-238.
- , 2003, Tribu Scarabaeini, en *Atlas de los escarabajos de México*, Coleoptera: Lamellicornia, vol. II Familias Scarabaeidae, Trogidae, Passalidae y Lucanidae, Argania Editio, España, pp. 21-43.
- HALFFTER, G. y L. Arellano, 2001, Variación de la diversidad de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) como respuesta a la antropización de un paisaje tropical, en J.L. Navarrete-Heredia, H.E. Fierros-López y A. Burgos Solorio (eds.), *Tópicos sobre Coleoptera de México*, Universidad de Guadalajara, pp. 35-53.
- HALFFTER, G. y E.G. Matthews, 1966, The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae, *Folia Entomológica Mexicana* 12-14: 1-312.
- HALFFTER, G. y D.W. Edmonds, 1982, *The nesting behavior of dung beetles*, Publicación 10, Instituto de Ecología, México, 177 pp.
- HALFFTER, G., M.E. Fávila y V. Halffter, 1992, Comparative studies on the structure of scarab guild in tropical rain forest, *Folia Entomológica Mexicana* 84: 131-156.
- HALFFTER, G., M.E. Fávila y L. Arellano, 1995, Spatial distribution of three groups of coleoptera along an altitudinal transect in the mexican transition zone and its biogeographical implications, *Elytron* 9: 151-185.
- HALFFTER, G., C.E. Moreno y E.O., Pineda, 2001, *Manual para evaluación de la biodiversidad en reservas de la biosfera*, M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 2. Zaragoza, 80 pp.
- HOWDEN, H.F., 2003, Subfamilia Geotrupinae, en *Atlas de los escarabajos de México*, Coleoptera: Lamellicornia, vol. II, Familias Scarabaeidae, Trogidae, Passalidae y Lucanidae, Argania Editio, España, pp. 95-106.
- , 2003b, Ceratocanthinae, en *Atlas de los escarabajos de México*. Coleoptera: Lamellicornia, vol. II Familias Scarabaeidae, Trogidae, Passalidae y Lucanidae, Argania Editio, España, pp. 114-121.
- KOHLMANN, B., 2003, Coprini, en *Atlas de los escarabajos de México*, Coleoptera: Lamellicornia, vol. II, Familias Scarabaeidae, Trogidae, Passalidae y Lucanidae. Argania Editio, España, pp. 45- 58.
- LOBO, J.M. y G. Halffter, 2000, Biogeographical and ecological factors affecting the altitudinal variation of mountainous communities of coprophagous beetles (Coleoptera: Scarabaeoidea): a comparative study, *Annals of the Entomological Society of America* 93(1): 115-126.
- MATTHEWS, E.G., 1975, La biogeografía ecológica de los escarabajos del estiércol, *Acta Politécnica Mexicana* vol. XVI: 89-98.
- MONTES DE OCA, E. y G. Halffter, 1997, Invasion of Mexico by two dung beetles previously introduced into the United States, *Stud Neotrop Fauna & Environm* 32: 1-9.
- MORÓN, M.A., 1979, Fauna de coleópteros lamellicornios de la Estación de Biología Tropical "Los Tuxtlas", Veracruz, UNAM, México, *Anales del Instituto de Biología UNAM* 50, serie Zoología (1): 375-454.
- , 1984, *Escarabajos 200 millones de años de evolución*, Publicación 14 Instituto de Ecología, México, 132 pp.
- , 2003, *Atlas de los escarabajos de México*. Coleoptera: Lamellicornia, vol. II Familias Scarabaeidae, Trogidae, Passalidae y Lucanidae, Argania Editio, Barcelona, 227 pp.
- MORÓN, M.A. y J. Blackaller, 1997, Melolonthidae y Scarabaeidae, en E. González Soriano, R. Dirzo y R.C. Vogt (eds.), *Historia natural de Los Tuxtlas*, IBUNAM/Conabio, pp. 227-243.
- NAVARRETE-HEREDIA, J.L. y N.E. Galindo-Miranda, 1997, Escarabajos asociados a Basidiomycetes en San José de los Laureles, Morelos, México, *Folia Entomológica Mexicana* 99: 1-16.
- PINEDA, E., C. Moreno, F. Escobar y G. Halffter, 2005, Frog, bat dung beetle diversity in the cloud forest and coffee agroecosystems of Veracruz, Mexico, *Conservation Biology* 19(2): 400-410.
- RATCLIFFE, B.C., 1980, New species of Coprini (Coleop. Scarabaeidae) taken from pelage of three

toed sloths (*Bradypus tridactylus* L.) in Central Amazonia, *Coleopterists Bulletin* 34(4): 337-350.

REYES-CASTILLO, P., 1997, *Termitodius peregrinus*, en E. González Soriano, R. Dirzo y R. C. Vogt (eds.), *Historia natural de Los Tuxtlas*, IBUNAM/Conabio, p. 334.

YOUNG, P.O., 1981, The attraction of Neotropical Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) to reptile and amphibian fecal material, *Coleopterists Bulletin* 35(3): 345-348.

ZUNINO, M., 2003, Onthophagini, en *Atlas de los escarabajos de México*, Coleoptera: Lamellicornia, vol. II

Familias Scarabaeidae, Trogidae, Passalidae y Lucanidae. Argania Editio, España, pp. 66-74.

ZUNINO, M. Y G. Halffter, 1988, Análisis taxonómico, ecológico y biogeográfico de un grupo americano de *Onthophagus* (Col. Scarab.), Monograph IX, Museo Regionale di Scienze Naturali Torino, p 17.

Escarabajos de mayo y mayates (Insecta: Coleoptera: Melolonthidae)



Miguel Ángel Morón Ríos
César Vicente Rojas-Gómez

INTRODUCCIÓN

Aunque no existen estudios detallados para todo el país, se estima que la mayor proporción de especies de escarabajos melolóntidos se ubica en los ambientes forestales, ya sean de montaña, altiplano o planicie costera. En relación con factores históricos y logísticos, la fauna de Melolonthidae de la vertiente del Golfo de México, y en particular, la del estado de Veracruz, es una de las más estudiadas del país. Por principio, se encuentran registros y descripciones de melolóntidos veracruzanos en más de 30 artículos, monografías y libros editados principalmente en el extranjero. Entre ellos destaca la magna obra *Biologia Centrali Americana*, escrita por uno de los naturalistas más afamados del siglo XIX, Henry Walter Bates (1886-1888), donde dedicó buena parte de un volumen de 432 páginas a estos insectos. Además, se han realizado tres trabajos con enfoque faunístico local o regional que incluyen especies de las subfamilias Melolothinae, Rutelinae, Dynastinae y Cetoniinae (Morón, 1979; Capistrán, 1992;

Morón y Blackaller, 1997), una lista de las especies de estos grupos citadas para el estado (Deloya, 1992a), y una lista comentada sobre las especies del género *Phyllophaga* (Melolonthinae) en Veracruz (Morón, 1993) (figura 1).

Las localidades referidas con mayor frecuencia se sitúan en la región de “Los Tuxtlas”, y en los alrededores de Córdoba, Orizaba y Xalapa, en tanto que otros sitios sólo han sido citados esporádicamente, en una o dos ocasiones, y casi no se cuenta con registros para las áreas ubicadas en los extremos norte y sur del estado.

Como síntesis básica para un estudio completo de las especies de escarabajos melolóntidos que habitan el territorio veracruzano, los objetivos del presente capítulo consisten en: 1) analizar y comparar los datos obtenidos sobre la fauna de Melolonthidae establecida en localidades donde predomina alguno de los cuatro tipos de vegetación más característicos del estado: el bosque tropical perennifolio, el bosque tropical caducifolio, el bosque mesófilo de montaña y el bosque de coníferas y encinos; 2)

actualizar la lista de especies de esta familia citadas para Veracruz, y 3) exponer un resumen de los hábitos, la distribución y la importancia ecológica o económica de los principales géneros o especies.



FIGURA 1. *Phyllophaga (Phyllophaga) gigantea* (Bates 1887), especie poco común en la región de Los Tuxtlas, Veracruz. Tamaño natural del ejemplar 27 mm de largo (Foto: M.A. Morón).

DESCRIPCIÓN

En México se conoce a los adultos como escarabajos de mayo, sanjuaneros, mayates, temoles, toritos o ronrones. A las larvas se les llama “gallina ciega”, nixticuiles o gusanos blancos. Son coleópteros escarabaeoideos cuyos adultos miden entre 3 y 130 mm de longitud, tienen las antenas formadas por ocho a 10 artejos, de los cuales de tres a ocho están alargados antero-lateralmente y forman una maza lamelada distal capaz de abrirse y cerrarse como un abanico. El abdomen consta

de seis segmentos y los estigmas respiratorios de los últimos dos o tres segmentos están situados en las partes laterales de los esternitos (condición pleurosticti). Exhiben una amplia gama de colores y diversidad de formas en sus estructuras básicas y accesorias. Es frecuente el dimorfismo sexual y el polimorfismo masculino. Sus larvas son de tipo escarabeiforme con tres pares de patas bien desarrolladas, y se distinguen de otros escarabaeoideos por la fusión de la galea y la lacinia maxilar en forma de mala, las placas respiratorias cribriformes, la presencia de tarsúngulos, la ausencia de modificaciones estridulatorias en las patas, y el último segmento abdominal sin lóbulos perianales. Tanto los adultos como las larvas se alimentan sobre todo con tejidos vegetales vivos o en proceso de descomposición.

DIVERSIDAD

En el mundo se han registrado más de 20 500 especies de Coleoptera Melolonthidae (*sensu* Endrödi, 1966; Morón *et al.*, 1997; Morón, 2004) o Scarabaeidae pleurosticti (Krajcik, 1999; 2005; Ratcliffe *et al.*, 2002). De acuerdo con datos recientes, en México habitan 1 140 especies de Melolonthidae (Morón, 1994a,b; Morón, 2003). Como ocurre con otros grupos animales y vegetales, el estado de Veracruz es uno de los más diversos del país, ya que ocupa el tercer lugar en cuanto a riqueza de especies de Melolonthidae a nivel nacional, superado por Oaxaca y Chiapas. Hasta el momento se cuenta con registros en Veracruz para 281 especies y 63 géneros (apéndice VIII.31.1), que representan al 100 % de las subfamilias, 94 % de las tribus, 61 % de los géneros, y cerca del 30 % de las especies citadas para la República Mexicana.

DISTRIBUCIÓN

La gran mayoría de especies de Melolonthidae conocidas en el estado de Veracruz tiene una amplia distribución en el sureste de México y muchas de



FIGURA 2. *Gymnetis stellata* Latreille, 1833, especie con amplia distribución neotropical, pero poco común en Veracruz. Tamaño natural del ejemplar 23 mm de largo (Foto: M.A. Morón).



FIGURA 3. *Dynastes hyllus moroni* Nagai, 2005, subespecie restringida a las montañas de la región de Los Tuxtlas. Tamaño natural del ejemplar 71.5 mm de largo (Foto: M.A. Morón).

ellas también habitan en América Central o el norte de Sudamérica (figura 2). Esto se debe principalmente a la ubicación de Veracruz en el corredor costero neotropical del Golfo de México, adjunto al corredor de montañas representado por parte de la Sierra Madre Oriental y el Eje Neovolcánico. Sólo 9 % de las 281 especies citadas en este capítulo puede considerarse endémicas o con distribución restringida en alguna región veracruzana, y normalmente se ubican en refugios con bosques húmedos de montaña. Las 24 especies endémicas pertenecen a los géneros *Phyllophaga*, *Diplotaxis*, *Macroductylus*, *Hoplia*, *Plusiotis*, *Phalangogonia*, *Paranomala*, *Epectinaspis*, *Strigoderma*, *Strategus*, *Trigonopeltastes*, *Valgus*, *Cotinis* y *Euphoria*. También se conocen dos subespecies del género *Dynastes* exclusivas de la región de Los Tuxtlas (figura 3). En el apéndice VIII.31.2 se presenta información detallada sobre los hábitos y la distribución de las especies de Melolonthidae en Veracruz.

ANÁLISIS FAUNÍSTICO POR TIPOS DE VEGETACIÓN

Es preciso recordar que desconocemos mucho sobre la biología, distribución ecológica y comportamiento de los escarabajos, por lo cual las siguientes interpretaciones, basadas en observaciones esporádicas, tienen un componente hipotético importante. Para tratar de caracterizar la fauna de cada tipo de vegetación (*sensu* Rzedowski, 1978), se han agrupado las especies veracruzanas de Coleoptera Melolonthidae en ocho gremios (cuadro 1), de acuerdo con los hábitos de alimentación de adultos y larvas, según las características propuestas por Morón y Deloya (1991). Es posible observar que varias especies de la familia Melolonthidae, sobre todo de las subfamilias Cetoniinae y Trichiinae, tienen una distribución ecológica o altitudinal muy amplia en el estado. Pero ello se refiere exclusivamente a los adultos, que en su mayoría tienen una gran capaci-

dad de desplazamiento; pero no conocemos lo suficiente sobre los sustratos o ambientes que prefieren para el desarrollo de sus larvas. Los estudios basados en las larvas nos permitirían establecer los límites reales de la distribución ecológica y la capacidad de dispersión de cada especie.

La fauna de Melolonthidae, asociada con el bosque tropical perennifolio y sus derivados, ha sido la más estudiada en Veracruz lo que ha permitido reunir información sobre casi 150 especies, que en su mayoría son elementos con origen Neotropical, también conocidos en el sureste del país. Pero la fauna de los bosques de montaña y del bosque tropical caducifolio ha sido poco explorada, y es posible que allí se encuentren muchas especies raras o poco conocidas, así como taxones no descritos. Cabe destacar que en las montañas veracruzanas el cultivo del cafeto bajo sombra ha sido un factor muy importante para la conservación de un gran

número de especies de escarabajos, originalmente asociados al bosque mesófilo de montaña y a los encinares y pinares húmedos. Algunos detalles sobre la composición de la fauna en cuatro tipos de vegetación se presentan en el cuadro 1.

REGISTROS DE ESCARABAJOS EN VERACRUZ

En una primera aproximación, se observa que el mayor número de registros (562) y la mayor diversidad de géneros (47) corresponden a localidades consideradas como de “agricultura de temporal”; en segundo puesto, con 269 registros para 39 géneros, encontramos a las localidades con “selva alta perennifolia”; y en un tercer puesto, con 126 registros para 21 géneros, están las localidades con “selva alta perennifolia secundaria” (cuadro 2).

CUADRO 1. Especies de escarabajos características de cuatro tipos de vegetación en Veracruz.

GREMIO	BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO	BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO	BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA	BOSQUE DE PINO-ENCINO
Filo-rizófagos	<i>Phyllophaga zaragozana</i> <i>Phyllophaga tuxtleca</i>	<i>Phyllophaga parvisetis</i> <i>Phyllophaga integra</i>	<i>Phyllophaga godmani</i> <i>Phyllophaga flavidopilosa</i>	<i>Phyllophaga platyrhina</i> <i>Polyphylla hammondi</i>
Filo-xilófagos	<i>Plusiotis diversa</i> <i>Cnemida aterrima</i> <i>Macropoides crassipes</i>	<i>Pelidnota punctulata</i> <i>Macraspis aterrima</i> <i>Calomacraspis splendens</i>	<i>Plusiotis alphabarrerae</i> <i>Macropoides nietoi</i> <i>Chrysina macropus</i>	<i>Chrysina laniventris</i> <i>Plusiotis orizabae</i> <i>Plusiotis adelaida</i>
Caulo-saprófagos	<i>Strategus longichomperus</i> <i>Podischnus agenor</i>	<i>Enema endymion</i>	<i>Heterogomphus chevrolati</i> <i>Enema pan</i>	—————
Fleo-xilófagos	<i>Megasoma elephas</i> <i>Golofa tersander</i>	—————	<i>Dynastes hyllus</i> <i>Golofa pizarro</i>	—————
Rizófagos	<i>Ligyris ebenus</i>	<i>Ligyris bituberculatus</i> <i>Bothynus complanus</i>	<i>Xyloryctes furcatus</i>	<i>Xyloryctes telephus</i> <i>Orizabus clunalis</i>
Sapro-melífagos	<i>Amithao erytropus</i> <i>Agryripa porioni</i>	<i>Hologymnetis cinerea</i> <i>Cotinis mutabilis</i>	<i>Epectinaspis mexicana</i> <i>Euphoria lesueri</i>	—————
Sapro-antófagos	<i>Cyclocephala guttata</i> <i>Cyclocephala aequatoria</i>	<i>Cyclocephala lurida</i> <i>Cyclocephala melanocephala</i>	<i>Cyclocephala picta</i>	—————
Xilo-melífagos	<i>Inca clathrata</i>	<i>Trigonopeltastes sallei</i>	<i>Peltotrichius linea</i>	—————

CUADRO 2. Intensidad de registros de géneros de Coleoptera Melolonthidae en diferentes tipos de vegetación y usos de suelo en el estado de Veracruz

GÉNEROS	AT	PC	PI	BE	BP	PE	MM	AP	SM	TA	PS	MS	BC	TP
<i>Amithao</i>	3							1						
<i>Paranomala</i>	86	1				1		4			1			
<i>Aspidolea</i>								4						
<i>Bothynus</i>											1			
<i>Callistethus</i>	1													
<i>Calomacraspis</i>	2	1	1					1						
<i>Ceraspis</i>								2			5			
<i>Chasmodia</i>	1	1						2						
<i>Chlorota</i>		1						2						
<i>Chrysina</i>	2				3	1								
<i>Coelosis</i>	1	1						9						
<i>Cotinis</i>	16	1						1						
<i>Cyclocephala</i>	103	4			4	7	10	46	1	3	57	1		
<i>Diplotaxis</i>	29										6			
<i>Dynastes</i>	2													
<i>Dyscinetus</i>	1	7						4			1			
<i>Enema</i>	37	2				2		3						
<i>Epectinaspis</i>	4													
<i>Euetheola</i>													1	
<i>Euphoria</i>	11							2						
<i>Golofa</i>	48	12		1			1	22			8			
<i>Gymnetis</i>	42													
<i>Hemiphileurus</i>	1							1						
<i>Heterogomphus</i>	17	1				1	1							
<i>Heterosternus</i>								1			1			
<i>Hologymnetis</i>	1													
<i>Hoplia</i>	9													
<i>Hoplopyga</i>	15													
<i>Isonychus</i>	14													
<i>Ligyris</i>	3	1						3						1
<i>Macraspis</i>		2						3						1
<i>Macroductylus</i>	5										3			
<i>Macropoides</i>	4							12			1			
<i>Macropoidelimus</i>		2						3			1			
<i>Megasoma</i>		1						4						
<i>Orizabus</i>	5													
<i>Parisolea</i>						1								
<i>Pelidnota</i>		6						34			9			
<i>Phalangogonia</i>	2	2						1						
<i>Phileurus</i>	6													
<i>Phyllophaga</i>	3							3						
<i>Platycoelia</i>	2													
<i>Plusiotis</i>	13				2	2		4						
<i>Podischnus</i>								1						
<i>Polyphylla</i>						1								
<i>Spodistes</i>								1						
<i>Stenocrates</i>								3					1	
<i>Strategus</i>	11	9			1			11			2			
<i>Strigoderma</i>	7							1			1			
<i>Xyloryctes</i>	2			1	1	1	1							

AT= agricultura de temporal, PC= pastizal cultivado, PI= pastizal inducido, BE= bosque de encinos, BP= bosque de pinos, PE= bosque de pinos y encinos, MM= bosque mesófilo de montaña, AP= selva alta perennifolia, SM= selva mediana subperennifolia, TA= agricultura de temporal con selva alta, PS= selva alta perennifolia secundaria, MS= selva mediana subperennifolia secundaria, BC= selva baja caducifolia, y TP= agricultura de temporal con pastizal.



FIGURA 4. *Plusiotis costata* Blanchard 1850, especie común en los bosques húmedos de montaña y en los cafetales de Veracruz. Tamaño natural del ejemplar 26 mm de largo (Foto: M.A. Morón).

Por una parte, estos datos confirman lo expresado al principio de este trabajo, ya que nos ubican en las regiones más estudiadas del centro del estado y Los Tuxtlas, donde se practica la agricultura de temporal o existe la selva alta perennifolia. Por otra parte, hay que considerar que la mayor parte de los datos incluidos en la base procede de material capturado entre 1975 y 1992, cuando aún no se procesaban los datos para el mapeo de vegetación y uso del suelo empleados en este análisis. De este modo, muchos de los registros que el sistema de georeferencia ubica ahora en localidades de “agricultura de temporal” y “pastizal cultivado” originalmente correspondían al borde de áreas con selva perennifolia y acahuals viejos, así como a bosques de pinos y encinos, bosque mesófilo de

montaña o cafetales antiguos sombreados (figura 4), que en la actualidad se encuentran transformados en terrenos agrícolas, huertos, potreros o bosques secundarios.

Los pocos estudios comparativos efectuados con la fauna de esta familia de coleópteros señalan que, aun en un área protegida, en un lapso de 20 años ocurren cambios importantes en la composición específica y genérica (Lobo y Morón, 1994), cambios que seguramente son más acentuados en la estructura de sus comunidades, y que aún no han sido evaluados. Con estas reflexiones, insistimos en la necesidad de ampliar y profundizar en los estudios faunísticos, a una velocidad que pueda acercarse a la velocidad con la que está cambiando el paisaje veracruzano como consecuencia de las actividades humanas.

IMPORTANCIA

Debido a los hábitos de alimentación de sus larvas, gran parte de las especies de Melolonthidae registradas en Veracruz tienen importancia ecológica como recicladoras de hojarasca y madera derribada. Otras larvas que se alimentan con raíces vivas tienen una función reguladora del crecimiento vegetal y, en algunos casos, pueden constituirse en plagas agrícolas o forestales. Por su parte, los adultos pueden tener importancia ecológica como polinizadores de plantas silvestres, y algunas especies que consumen follaje pueden afectar el crecimiento o la producción de plantas cultivadas. También es importante resaltar que, debido a su abundancia y biomasa, tanto larvas como adultos pueden ser un elemento clave en la alimentación estacional de mamíferos, aves, reptiles y anfibios. Algunas especies pueden emplearse como bioindicadores del estado de conservación de los ambientes forestales, y también son útiles como trazadores en estudios biogeográficos.

LITERATURA CITADA

- BATES, H.W., 1886-1888, *Biologia Centrali-Americana*, Insecta Coleoptera, vol.II, Part. 2, Pectinicornia & Lamellicornia.
- CAPISTRÁN-HERNÁNDEZ, F., 1992, *Los coleópteros Lamellicornios del Parque de la Flora y Fauna Silvestre Tropical "Pipiapan", Catemaco, Veracruz, México*, tesis de licenciatura (no publicada) Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, 83 pp.
- DELOYA, C., 1992, Lista de las especies de Coleoptera Lamellicornia del estado de Veracruz, México (Passalidae, Trogidae, Lucanidae, Scarabaeidae y Melolonthidae), *Boletín de la Sociedad Veracruzana de Zoología* 2(2): 19-32.
- ENDRÖDI, S., 1966, Monographie der *Dynastinae* (Col. Lam.). Entomologische Abhandlungen, Staatliches Museum für Tierkunde, Dresden 33: 1-457.
- KRAJČÍK, M., 1999, *Cetoniidae of the World. Catalogue-Part II*, Typos Studio, Most, Czech Republic, 72 pp.
- , 2005, *Dynastinae of the world. Checklist. Anima*, X Supplement No. 2, Plzen, Czech Republic, 122 pp.
- LOBO, J. Y M.A. Morón, 1993, La modificación de las comunidades de coleópteros Melolonthidae y Scarabaeidae en dos áreas protegidas mexicanas tras dos décadas de estudios faunísticos. *Giornale italiano di entomologia* 6: 391-406
- MORÓN, M.A., 1979, Fauna de coleópteros Lamellicornios de la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, Veracruz, UNAM, México, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, México 50, Serie Zoología (1): 375-454, 27 fig.
- , 1993, Las especies de *Phyllophaga* (Coleoptera: Melolonthidae) del estado de Veracruz, México. Diversidad, distribución e importancia, en *Diversidad y Manejo de Plagas Subterráneas*, publicación especial de la Sociedad Mexicana de Entomología e Instituto de Ecología, Xalapa, Veracruz, México, pp. 55-82.
- , 1994, Melolonthidae (Coleoptera), en J. Llorente, E. González-Soriano y A. García-Aldrete (eds.), *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México*, UNAM/Conabio, México.
- , 2003, Revision of the *Phyllophaga* s.s. *schizorhina* species group (Coleoptera: Melolonthidae: Melolonthinae), *The Canadian Entomologist* 135: 213-302.
- , (ed.), 2004, *Atlas de los escarabajos de México*, Coleoptera Lamellicornia, vol. II, Familias Scarabaeidae, Trogidae, Passalidae y Lucanidae, Argania editio, Barcelona, 227 pp.
- MORÓN, M.A. y J. Blackaller, 1997, Melolonthidae y Scarabaeidae (Insecta: Coleoptera), en E. González-Soriano, R. Dirzo y R. Vogt (eds.) *Historia Natural de la Estación de Biología Los Tuxtlas*, Instituto de Biología, UNAM, México
- MORÓN, M.A. y C. Deloya, 1991, Los coleópteros lame-licornios de la Reserva de la Biosfera 'La Michilía', Durango, México, *Folia Entomológica Mexicana* 81: 209-283.
- MORÓN, M.A., B.C. Ratcliffe y C. Deloya, 1997, *Atlas de los escarabajos de México*, Coleoptera Lamellicornia, vol. 1, Familia Melolonthidae, Conabio y Sociedad Mexicana de Entomología, México, 280 pp.
- RATCLIFFE, B.C., M.L. Jameson y A.B.T. Smith, 2002, Scarabaeidae Latreille, 1802, en Arnett, R. H. Jr., M. C. Thomas, P. E. Skelley y J. Howard Frank (eds.), *American Beetles*, vol. 2. Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea, CRC Press, Boca Raton, pp. 39-81
- RZEDOWSKI, J., 1978, *Vegetación de México*, Limusa, México, 432 pp.

Mosquitos

(Insecta: Diptera: Culicidae)



Sergio Ibáñez-Bernal
Fredy Severo Mendoza-Palmero
Ruth Areli Hernández-Xoliot

INTRODUCCIÓN

La familia Culicidae es uno de los grupos de animales que mayor interés ha tenido para el hombre a lo largo de su historia. En ella se incluyen a los popularmente llamados mosquitos, moyotes o zancudos, por todos conocidos por su zumbido molesto y por sus picaduras dolorosas. Muchas especies son abundantes en diversas áreas del estado, como también lo son en otras áreas del país y del mundo entero, pero además de sus efectos directos en la salud del hombre y de los animales (domésticos y silvestres), resultan especialmente importantes por la facultad de transmitir y diseminar diferentes organismos patógenos causantes de enfermedades, conocidas genéricamente como “enfermedades transmitidas por vector”. Estas enfermedades debilitantes o mortales dependen en gran medida de la distribución geográfica, de la abundancia y fluctuación poblacional a lo largo del ciclo anual de las especies de mosquitos que las transmiten.

DESCRIPCIÓN

Los mosquitos son insectos del orden Diptera, con un ciclo de vida dividido en huevo, larva, pupa y adulto.

Adulto (figura1). El cuerpo es delgado y delicado, con una longitud que varía entre los 3 y los 9 mm. Las venas de las alas, las patas y comúnmente la mayor parte del cuerpo se encuentra cubierto por escamas. La cabeza es pequeña, con forma globular y con ojos reniformes, pero carecen de ocelos. La antena presenta el escapo muy pequeño, seguido de un pedicelo globular grande y 13 flagelómeros largos y delgados; cada flagelómero presenta sedas que son más numerosas y largas en el macho. Las piezas bucales conforman una probóscide mucho más larga que la cabeza y bastante delgada. Se observa un par de palpos (maxilares) que en el macho son iguales o más largos que la probóscide y en la hembra muy cortos o tan largos como la probóscide. El tórax casi siempre está cubierto por escamas en su

parte dorsal. El ala es delgada y tiene al menos diez venas que alcanzan el margen, estando siempre recubiertas por escamas. El abdomen es largo y delgado, con forma casi cilíndrica. Los segmentos terminales del macho están muy modificados y rotan 180°, lo que permite la cópula al vuelo. En la hembra los segmentos terminales del abdomen nunca sufren esa rotación y sólo se observa un par de cercos pequeños en su extremo terminal (Stone, 1981).

Pupa. El cuerpo de la pupa tiene forma de “coma” cuando se observa en vista lateral, y está compuesto por el cefalotórax y el abdomen. El cefalotórax es una unidad compacta ancha y oval, siendo evidentes en vista latero-ventral las largas cubiertas de las antenas del adulto, de la probós-cide, de las patas y de las alas; dorsalmente presentan un par de estructuras tubulares esclerotizadas con forma de trompeta, mediante las cuales rompen la superficie del agua para obtener aire atmosférico para ventilarse. El abdomen de la pupa es largo, delgado y curvo, estando compuesto por ocho segmentos, en cuyo ápice se encuentra un par de paletillas caudales anchas con función natatoria. Todo el cuerpo presenta sedas con tamaño, número de ramas y disposición diferentes según la especie, por lo que se utilizan para la identificación taxonómica (Carpenter y LaCasse, 1955).

Larva. La cabeza muestra una placa dorsal delimitada por suturas y a cada lado se distingue una placa que lleva las manchas oculares y las antenas. Las partes bucales presentan cepillos bucales con los cuales recogen y filtran las partículas de las que se alimentan. El tórax se conforma de los tres segmentos típicos en insectos, pero éstos se hallan fuertemente consolidados en una única masa torácica, que es ovalada en vista dorso-ventral, siendo ésta la porción del cuerpo más ancha. El abdomen está representado por nueve segmentos visibles, de los cuales los primeros siete son sencillos y similares entre sí; el octavo segmento da origen al aparato ventilador en su porción dorso-posterior, pudiendo ser una placa en la que se abre el par de

estigmas ventiladores (en la subfamilia Anophelinae) o una estructura esclerotizada cilíndrica de longitud variable conocida como sifón (subfamilias Culicinae y Toxorhynchitinae); el último segmento lleva cuatro (raramente dos) papilas anales con función osmorreguladora. En todo el cuerpo están presentes sedas con tamaño, forma y disposición típicas para cada especie, por lo que se emplean para la identificación taxonómica (Carpenter y LaCasse, 1955; Ibáñez-Bernal y Martínez-Campos, 1994).

Huevo. Los mosquitos son ovíparos. Los huevos son muy variables según los taxa ya que pueden tener forma oval-alargada (a manera de puro) o ser fusiformes y presentar flotadores. Según la especie, pueden ser colocados por la hembra de manera individual, flotando libres o pegados al sustrato mediante secreciones o pueden ser puestos en grupos, formando masas o balsas que flotan en el agua. La forma en que son colocados por la hembra, la forma y las ornamentaciones de la cubierta externa (el corion) son útiles para la identificación de las especies (Carpenter y LaCasse, 1955).

FIGURA 1. *Culex* sp. Hembra, vista lateral (Foto: Troy Bar-



tleit).

BIOLOGÍA

Los mosquitos se encuentran ampliamente distribuidos en todo el mundo, siendo más diversos en las áreas tropicales y subtropicales del planeta. No obstante, debido a sus características vitales, tienen dependencia por los cuerpos de agua no oceánicos, lo que determina en buena medida su distribución.

Los huevos, larvas y pupas de los mosquitos son acuáticos y los adultos son terrestres-voladores. Las hembras ponen sus huevos en cuerpos de agua apropiados para su desarrollo o incluso en lugares secos que sean susceptibles de almacenar agua en otro momento. Los cuerpos de agua normalmente carecen de movimiento, pero algunas especies pueden aprovechar remansos de ríos con cierto flujo. Si los huevos no están en contacto con el agua experimentan el fenómeno de diapausa, deteniendo el desarrollo hasta que las condiciones ambientales sean las adecuadas para su vida.

Las larvas de mosquito requieren visitar la superficie del cuerpo de agua para obtener aire atmosférico para ventilarse; se alimentan de materia orgánica en descomposición y de organismos unicelulares ya sea ramoneando la superficie de los cuerpos sólidos sumergidos o bien filtrando partículas orgánicas que se encuentren en suspensión. Unas cuantas especies son depredadoras de macro-invertebrados, incluso de otros mosquitos. La etapa larval puede durar entre cuatro días y varios meses, dependiendo de la especie y de las condiciones del medio, siendo frecuente que empleen alrededor de diez días para completar esta etapa de su desarrollo.

La pupa es móvil y permanece en contacto con la superficie del agua todo el tiempo a menos que haya algún disturbio en el ambiente. En la mayoría de las especies esta etapa dura entre tres y cuatro días, pero puede extenderse por dos o tres semanas, dependiendo de las especies y de las condiciones ambientales. Una vez que emergen de la pupa, los machos se alimentan de líquidos azucarados o néctar, mientras que las hembras de la mayoría de las especies, además de utilizar ese recurso, recurren a

huéspedes vertebrados para alimentarse de sangre. La sangre de vertebrados es necesaria para que la hembra lleve a cabo exitosamente la ovogénesis e incorpore nutrimentos al vitelo del cual se alimentará el embrión, aumentando con ello su capacidad de producción de ovocitos y también la esperanza de vida de sus crías. A esta relación parasitaria con los vertebrados se suman otras relaciones con organismos parásitos, que son los responsables de un gran número de enfermedades del hombre y de otros animales. Algunas especies pueden tener preferencia por alimentarse de sangre humana (antropófilas), otras de diversos mamíferos diferentes al hombre (mastofofilas), otras se alimentan sólo de aves (ornitófilas), otras de sangre de anfibios y reptiles (herpetófilas) y las hay generalistas. Los adultos de las diferentes especies pueden mostrar actividad nocturna, diurna o crepuscular. Para reproducirse, los mosquitos machos forman enjambre, el cual es invadido por las hembras para emerger de él en cópula. Algunas especies han sido observadas copulando posadas en algún sustrato.

DIVERSIDAD

Se han registrado hasta la fecha 3 615 especies en todo el mundo, de las cuales se conocen en México 228 especies, equivalente al 6.3 % de la fauna mundial (Ibáñez-Bernal *et al.*, 2006). En Veracruz se tienen registros de 139 especies, equivalente al 60.52 % de la fauna mexicana y al 3.81 % de la fauna mundial. En el apéndice VIII.32 se enlistan las especies conocidas hasta el momento en el estado de Veracruz, con base en los trabajos de Arnell (1973, 1976), Berlin (1969), Díaz-Nájera y Vargas (1973), Harbach y Peyton (2000), Heineman y Belkin (1977), Ibáñez-Bernal *et al.* (1989, 1994a), Schick (1970), Valencia (1973), Vargas y Martínez-Palacios (1956), Zavortink (1968, 1972), además de incluir datos de las especies registradas por los autores del presente en colectas de los últimos dos años.

IMPORTANCIA

La coexistencia de los artrópodos (incluyendo a los mosquitos) con los vertebrados en el medio terrestre es muy antigua. Los registros fósiles de Culicidae más antiguos proceden del Jurásico, por lo que es factible datar la edad mínima del grupo en 250 millones de años. En todo este tiempo, durante el cual han interaccionado como parásitos de vertebrados, otros organismos se han sumado a dicha interacción. Existen muchos patógenos que utilizan como vehículo a los mosquitos para colonizar nuevos huéspedes e incluso varios de ellos requieren en forma obligatoria pasar parte de su ciclo de vida en un mosquito. Por estos motivos, es posible distinguir dos tipos de efecto en la salud de los vertebrados: el directo (daños a la salud por acción del propio insecto) y el indirecto (transmisión de algún agente patógeno por el insecto).

Los mosquitos causan molestias por acoso, daño mecánico a los órganos de los sentidos, alergia y toxemias. Muchas especies de mosquitos son plagas muy notorias por su densidad y picadura, lo que además puede afectar la colonización de ambientes por el hombre y el desarrollo de áreas con potencial turístico (Harwood y James, 1987; OPS, 1997).

En Veracruz, la fiebre amarilla fue en extremo importante desde la época de la Conquista hasta aproximadamente la mitad del siglo XX. Con respecto a las encefalitis arbovirales, se han documentado brotes de varios tipos (de San Luis y Venezolana, entre otras), aunque a la fecha parecen estar controladas (Hidalgo, Leopoldo, com. pers., 2006). Desde su introducción en América, el virus del Oeste del Nilo se ha dispersado geográficamente (Lyle *et al.*, 2001), pero en Veracruz no se han registrado casos hasta el momento y se mantiene su vigilancia. El dengue se sigue combatiendo de manera rutinaria, ya que anualmente se registran brotes importantes (SesVer, 2006). La malaria o paludismo se manifestó en varias epidemias a lo largo de la historia; no obstante, a la fecha se registran pocos

casos, la mayoría de las veces importados y la situación está bajo control según los datos del Boletín Epidemiológico de los Servicios de Salud de Veracruz (2006). La vigilancia epidemiológica, parasitológica y de insectos vectores, así como diversas acciones para controlar las poblaciones de mosquitos, son labores rutinarias y constantes.

Su estudio científico es necesario para recopilar datos de riqueza y abundancia de las especies, de su distribución geográfica, de los factores abióticos y bióticos que favorecen o limitan su proliferación, de su biología y hábitos, de su relación con organismos patógenos y sus huéspedes, conocimientos sobre los cuales es factible fincar programas de vigilancia epidemiológica con carácter preventivo que sean funcionales, métodos racionales para el control de sus poblaciones o bien para el control de la transmisión de patógenos, con daños colaterales mínimos al ambiente u otras especies.

LITERATURA CITADA

- ARNELL, J.H., 1973, Mosquito studies (Diptera, Culicidae). XXXII. A revision of the genus *Haemagogus*, *Contributions of the American Entomological Institute* 10(2): 1-174.
- , 1976, Mosquito studies (Diptera, Culicidae). XXXIII. A revision of the Scapularis group of *Aedes* (*Ochlerotatus*), *Contributions of the American Entomological Institute* 13(3): 1-144.
- BERLIN, O.G.W., 1969, Mosquito studies (Diptera, Culicidae). XII. A revision of the Neotropical subgenus *Howardina* of *Aedes*, *Contributions of the American Entomological Institute* 4(2): 1-190.
- CARPENTER, S.J. y W.J. LaCasse, 1955, *Mosquitoes of North America*, University of California Press, Berkeley and Los Angeles, EUA, 360 pp. + 127 láms.
- DÍAZ-NÁJERA, A. y L. Vargas, 1973, Mosquitos Mexicanos: Distribución geográfica actualizada, *Revista de Investigación en Salud Pública* (México) 33(3-4): 111-125.

- HARBACH, R.E. y E.L. Peyton, 2000, Systematics of *Onirion*, a new genus of Sabethini (Diptera: Culicidae) from the Neotropical Region, *Bulletin of the Natural History Museum of London* (Entomology) 69(2): 115-169.
- HEINEMANN, S. y J.N. Belkin, 1977, Collection Records of the Project 'Mosquitoes of Middle-America', 9: Mexico (MEX, MF, MT, MX), *Mosquito Systematics* 9(4): 483-534.
- HARWOOD, R.F. y M.T. James, 1987, *Entomología Médica y Veterinaria*, UTEHA, Noriega Editores, México, pp. 201-272.
- IBÁÑEZ-BERNAL, S., V. Hernández-Ortiz y L. Miranda Martín del Campo, 2006, *Catálogo de autoridad taxonómica del Orden Diptera (Insecta) en México*, Parte 1, Suborden Nematocera, Instituto de Ecología, Informe final, SNIB/Conabio/Fundación Gonzalo Río Arronte, proyecto núm. CS004, México, Dirección URL: (<http://conabio.gob.mx>) (en prensa, en línea).
- IBÁÑEZ-BERNAL, S. y C. Martínez-Campos, 1994, *Artrópodos con importancia en Salud Pública*, vol. I. Generalidades, Instituto Nacional de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos (INDRE), Secretaría de Salud, México, 229 pp.
- , 1994a, Clave para la identificación de larvas de mosquitos comunes en las áreas urbanas y suburbanas de la República Mexicana (Diptera: Culicidae), *Folia Entomológica Mexicana* 92: 43-73.
- IBÁÑEZ-BERNAL, S., F. Martínez y E. Gallardo, 1989, Datos entomológicos relacionados con la posible presencia de *Aedes albopictus* en México (Diptera: Culicidae), *Revista Latinoamericana de Microbiología* 31: 241-245.
- LYLE R., L.R. Petersen y J.T. Roehrig, 2001, West Nile Virus a Reemerging Global Pathogen, *Emerging Infectious Disease* 7: 611-614.
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS), 1997, *Manual para el control de las enfermedades transmisibles*, Publicación científica núm. 564, 569 pp.
- SCHICK, R.X., 1970, Mosquito studies (Diptera, Culicidae). XX. The Terrens group of *Aedes* (Finlaya), *Contributions of the American Entomological Institute* 5(3): 1-158.
- SECRETARÍA DE SALUD de Veracruz y los Servicios de Salud de Veracruz (Sesver), Portal de Sesver, dirección URL: <http://sesver.ssaver.gob.mx/> (página consultada el 12 de junio del 2006).
- STONE, A., 1981, Culicidae, en McAlpine, J.F., B.V. Peterson, G.E. Shewell, H.J. Teskey, J.R. Vockeroth y D M. Wood (eds.). *Manual of Nearctic Diptera*, vol. 1. Research Branch Agriculture Canada, Monograph 27, Canada, pp. 341-350.
- VALENCIA, J.D. 1973, Mosquito studies (Diptera, Culicidae), XXXI. A revision of the subgenus *Carrollia* of *Culex*, *Contributions of the American Entomological Institute* 9(4): 1-134.
- VARGAS, L. y A. Martínez-Palacios, 1956, *Anofelinos Mexicanos: Taxonomía y distribución*, Secretaría de Salubridad y Asistencia, CNEP, México, 181 pp.
- ZAVORTINK, T.J., 1968, Mosquito studies (Diptera, Culicidae). VIII. A prodrome of the genus *Orthopodomyia*, *Contributions of the American Entomological Institute* 3(2): 1-21.
- , 1972, Mosquito studies (Diptera, Culicidae). XXVIII. The New World species formerly placed in *Aedes* (Finlaya), *Contributions of the American Entomological Institute* 8(3): 1-206.

Chaquistes

(Insecta: Diptera: Simuliidae)



César Antonio Sandoval-Ruiz
Sergio Ibáñez-Bernal

INTRODUCCIÓN

La familia Simuliidae agrupa a los popularmente denominados chaquistes o rodadores. Es un grupo de dípteros con metamorfosis completa cuyos estados inmaduros (larva y pupa) se desarrollan en cuerpos de agua con corriente (ambientes lóticos), mientras que los adultos son de vida terrestre-aérea (Puri, 1925a, b; Crosskey, 1990; Adler *et al.*, 2004). La antigüedad del grupo es de aproximadamente 160 millones de años, edad mínima establecida por una pupa fósil del Jurásico Medio (Crosskey, 1991; Lukashevich y Mostovski, 2003). La importancia del grupo radica en el hábito de las hembras de alimentarse de sangre de vertebrados, lo que conlleva a la capacidad de transmitir organismos patógenos que ocasionan enfermedades tanto al hombre como a los animales domésticos y silvestres.

DESCRIPCIÓN

La familia Simuliidae es uno de los grupos más homogéneos y fáciles de reconocer dentro del orden Diptera. Sin embargo, la determinación genérica y específica se dificulta por la similitud morfológica. En esta familia es muy común encontrar casos de especies gemelas o crípticas que difieren en diversos atributos biológicos y cromosómicos pero que morfológicamente son indistinguibles (Rothfels, 1979), por lo que el trabajo taxonómico se dificulta aún más.

Los adultos son de cuerpo robusto y su tamaño varía de 1.2 a 5.5 mm. Sus patas generalmente son cortas y gruesas. El cuerpo generalmente es oscuro, normalmente de color pardo o negro, aunque hay especies de color rojizo, gris, anaranjado o amarillo. Las antenas son de tipo moniliforme (con la apariencia de un collar de perlas), debido a que el flagelo está dividido en ocho o nueve artejos, cada uno de los cuales es corto y ancho. En los simúlidos existe un dimorfismo sexual marcado, ya que las hembras presentan los ojos separados entre sí en la

parte frontal (dicópticas) y sus piezas bucales están adaptadas para cortar y succionar sangre de su hospedero, mientras que los machos tienen los ojos muy grandes y unidos entre sí en la parte frontal (holópticos), con las piezas bucales atrofiadas para tal fin. El tórax es muy convexo dorsalmente. Las alas son anchas, con las venas anteriores fuertes y las posteriores delgadas (Crosskey, 1990; Peterson, 1996; Adler *et al.*, 2004) (figura 1).

La pupa mide entre 2 y 7 mm y está envuelta por un capullo de seda que la fija al sustrato. El capullo puede variar en forma, así como en la consistencia del tejido según las especies. En la región anterior del capullo hay una abertura por donde sobresalen la cabeza y el tórax. En la parte dorso-lateral de la región torácica se presentan los órganos ventiladores cuya forma y número de ramas son de gran valor taxonómico. La región abdominal presenta una serie de sedas sencillas o a manera de espinas, cuyo número y arreglo son de importancia taxonómica (Puri, 1925a, b; Vargas, 1945; Dumbleton, 1962; Peterson, 1981, 1996; Ibáñez-Bernal y Coscarón, 1996; Adler *et al.*, 2004).



FIGURA 1. *Simulium* sp. Hembra, vista lateral (Foto: Tom Murray).

Las larvas tienen el cuerpo casi cilíndrico y su talla varía de 3.5 a 15.0 mm de longitud. El sistema ventilador es anéustico (*i.e.*, que todas las aberturas ventiladoras primarias típicas de los insectos están cerradas, por lo que la ventilación ocurre al través de la cutícula corporal) (figura 2). Su coloración puede variar desde gris claro, amarilla o parda, hasta negra. La cabeza está esclerotizada en su totalidad y es de tipo prognata, con un patrón variable de manchas claras u oscuras en la región dorsal. En la región antero-dorsal de la cabeza está presente, en la gran mayoría de las especies, un par de abanicos cefálicos (o labrales) con los cuales atrapan y filtran las partículas de alimento que se encuentran en suspensión en la corriente de agua. El tórax presenta un pseudópodo en la región ventral que tiene en su extremo un anillo de hileras de ganchos. Cuando la larva está madura, se hace evidente a cada lado del tórax una bolsa subcuticular que contiene los órganos ventiladores de la pupa en formación (histoblastos) (Puri, 1925a, b; Vargas, 1945; Dumbleton, 1962; Peterson, 1981; Crosskey, 1990; Ibáñez-Bernal y Coscarón, 1996; Adler *et al.*, 2004). El abdomen se dilata hacia su región terminal por lo que el cuerpo adquiere la forma de botella. Al igual que en el pseudópodo torácico, la región terminal del abdomen presenta un anillo de hileras de ganchos sésil mediante el cual se fija al sustrato.

El huevo es pequeño, con una longitud entre los 0.15 y los 0.54 mm, ovoide alargado hasta casi esférico. La superficie es lisa a simple vista, pero bajo el microscopio se pueden observar ornamentaciones. Cuando los huevos son de puestas recientes son blanquecinos y conforme pasa el tiempo se oscurecen hasta apreciarse negros o pardo oscuro (Peterson, 1981, 1996; Crosskey, 1990). Generalmente se encuentran en grupos, adheridos a sustratos lisos y limpios de sedimento y algas, como rocas o vegetación que estén expuestas a las corrientes de agua que les brinda una superficie de fijación, buena oxigenación y aporte de alimento.

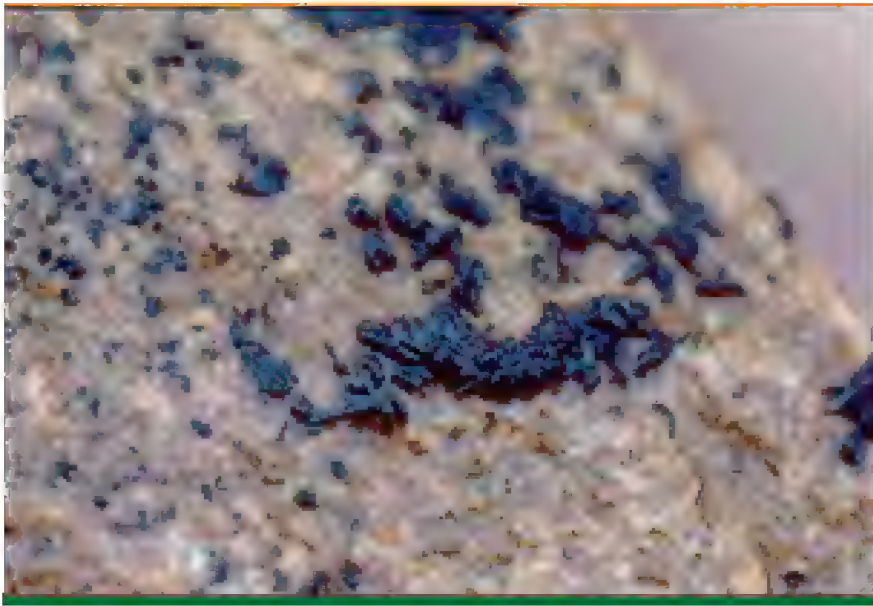


FIGURA 2. Larvas de *Simulium* sp. (Foto: Sergio Ibáñez-Bernal).

BIOLOGÍA

Los simúlidos se distribuyen en todas las regiones biogeográficas del mundo, excepto en la Antártica y las áreas desérticas donde no hay corrientes de agua dulce superficiales, desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 5 000 metros de altitud. El ciclo de vida es muy similar en todas las especies de simúlidos. La hembra comúnmente está lista para aparearse y ovipositar poco después de la emergencia. El apareamiento ocurre generalmente al vuelo. Antes o después de la cópula la hembra requiere alimentarse de sangre para que la ovogénesis se lleve a cabo adecuadamente y los huevos contengan suficiente vitelo para garantizar el desarrollo embrionario. Las hembras ovipositan en una gran variedad de ambientes lóticos, desde escurrideros o arroyos temporales pequeños hasta ríos de gran caudal, donde haya piedras, vegetación e incluso plásticos de varios tipos expuestos a la corriente de agua. Cada puesta consta de 200 hasta 500 huevos. El periodo de incubación varía de dos a 30 días dependiendo de la especie y de la temperatura del agua (Puri, 1925a, b; Crosskey, 1990; Adler *et al.*, 2004).

Tras la eclosión, la larva se fija al sustrato sobre las excreciones salivales de seda. El número de estadios larvales varía de cuatro a nueve y en conjunto suele durar de seis días a siete meses, lo que estará

influenciado por la temperatura del agua, y por la calidad y la cantidad de alimento disponible. Algunas especies en estado de larva son filtradoras mientras otras son ramoneadoras, alimentándose principalmente de algas, protozoarios e incluso pequeñas larvas de invertebrados. Algunas especies de simúlidos son foréticas en estados inmaduros, es decir, pasan parte de su desarrollo sobre otro organismo; se pueden encontrar larvas adheridas al cuerpo de náyades (juveniles de Odonata, Ephemeroptera, Plecoptera), crustáceos y otros invertebrados acuáticos que sean más grandes (Crosskey, 1990).

La larva de último estadio (o pupa farada) elabora el capullo para que la pupa quede fija al sustrato. La duración del estado de pupa también dependerá de la temperatura del agua, requiriendo de manera general de dos a siete días, aunque hay casos excepcionales en que puede prolongarse dos o tres semanas.

Los adultos emergen del medio acuático dentro de una burbuja de aire, para después volar hacia las rocas o arbustos cercanos a los cuerpos de agua. Después del apareamiento y de que las hembras hayan ingerido sangre y néctar, ovipositan para dar paso al desarrollo de la siguiente generación.

El periodo de vida de las hembras varía entre tres y cuatro semanas, pudiéndose prolongar hasta por dos o tres meses, mientras que los machos pueden vivir entre tres y siete días; cabe aclarar que no existen datos confiables sobre el periodo de vida de los adultos (longevidad) en estado natural. El número de generaciones anuales varía entre especies, estando además fuertemente influenciado por factores geográficos y, por ende, climáticos. Así, tenemos que en las regiones tropicales algunas especies llegan a tener hasta 16 generaciones, en regiones templadas de una a seis generaciones y en las regiones árticas generalmente una o máximo dos generaciones.

Los simúlidos tienen gran cantidad de depredadores y parásitos, tanto en el ambiente acuático como el terrestre. En el medio acuático, las larvas y

las pupas son víctimas de sanguijuelas, hidras, crustáceos, coleópteros, hemípteros, odonatos, plecópodos, efemerópteros, tricópteros, peces, ranas, salamandras, aves acuáticas y mamíferos; en el medio terrestre, los adultos son depredados por insectos, arácnidos y aves, entre otros. Entre los organismos que los parasitan se encuentran tremátodos, protozoarios, nemátodos, hongos y bacterias, así como larvas de ácaros acuáticos (Crosskey, 1990; Werner y Pont, 2003; Adler *et al.*, 2004).

DIVERSIDAD

En el inventario mundial más reciente de la familia, Crosskey y Howard (2004), incluyeron 1 809 especies válidas, de las cuales 1 798 son actuales y 11 son fósiles. Todas ellas están clasificadas en dos subfamilias: Parasimuliinae que contiene sólo al género *Parasimulium*, con una distribución restringida a la costa oeste de los Estados Unidos y Canadá, y la subfamilia Simuliinae donde se ubican los 24 géneros restantes que en conjunto se distribuyen en todo el mundo.

Para México, Crosskey y Howard (2004), informaron la presencia de las dos tribus que componen la subfamilia Simuliinae: Prosimuliini que incluye a los géneros *Gigantodax*, *Mayacnephia* y *Tlalocomyia*, y la tribu Simuliini que contiene al género *Simulium*, el cual se subdivide en ocho subgéneros. En total se tienen informadas 84 especies repartidas en las categorías taxonómicas anteriormente mencionadas. Con base en la información faunística existente para la República Mexicana, al estado de Veracruz correspondería el segundo lugar en diversidad de especies de simúlidos de México después del estado de Oaxaca. En el estado están representados los géneros *Gigantodax*, *Mayacnephia* y *Simulium* (con siete subgéneros), dando un total de 44 especies, equivalente a más del 50 % de las especies del país (véase apéndice VIII.33).

IMPORTANCIA

La importancia de la familia Simuliidae radica en el hábito hematófago de las hembras, ya que implica en primer lugar, molestias por acoso, alergias, toxemias y pérdida de sangre debido a las picaduras y, en segundo, porque este hábito permite la transmisión de patógenos a los vertebrados.

En algunas regiones de Norteamérica y Sudamérica se ha informado que la abundancia de ciertas especies de simúlidos generan molestias al hombre cuando realiza actividades al aire libre, por ejemplo, en campismo, eventos deportivos, construcción de carreteras, etc., obligando a reducir e incluso a abandonar las actividades de esparcimiento o laborales debido al acoso de las hembras por tratar de alimentarse (Petersen *et al.*, 1983). Muchas áreas con gran potencial turístico no pueden ser explotadas debido a la alta densidad de estos insectos (Ubachukwu y Anya, 2001). La cantidad de picaduras y el intenso acoso que sufren los animales domésticos se refleja en la pérdida de peso y por consecuencia baja obtención de productos derivados (Freeden, 1977). En muchos casos la cantidad de picaduras es tan alta que desencadena un choque anafiláctico causando la muerte de los individuos (Coscarón, 1969; Smith *et al.*, 1998).

Desde el punto de vista médico y veterinario, el principal motivo que ha fomentado el estudio del grupo, es la capacidad de algunas especies para transmitir organismos patógenos a vertebrados. Por lo menos diez especies de protozoarios, seis de nemátodos, así como un número aún no cuantificado de arbovirus y bacterias son transmitidas por los simúlidos (Crosskey, 1990; Ibáñez-Bernal, 2002; Adler *et al.*, 2004).

En el ámbito veterinario, varias especies de simúlidos son vectores de *Leucocytozoon* spp. (Protozoa: Haemoproteidae) que causan la malaria aviar. En algunas regiones de Norteamérica donde la industria avícola es la principal actividad, los índices de prevalencia de malaria aviar llega a ser lo

suficientemente alta como para producir pérdidas económicas significativas (Fredeen, 1977). Otras especies son transmisoras de microfilarias, principalmente del género *Onchocerca* (Nematoda: Filariidae) a equinos y bovinos, ocasionando el desarrollo de nódulos en la región cervical y extremidades de estos animales, provocando el descenso en los precios de los productos derivados de los animales (Crosskey, 1990).

En medicina humana, los simúlidos han tenido más atención ya que son los transmisores de *Onchocerca volvulus*, la microfilaria causal de la oncocercosis humana. Esta enfermedad afecta a 34 países de África y seis en América Latina, con una prevalencia de 18 millones de personas (OMS, 1995). En México, la enfermedad está circunscrita a tres focos endémicos, uno en Oaxaca (Sierra de Juárez) y dos en Chiapas (Soconusco y región Chamula), calculándose que existen 280 000 personas en las áreas de riesgo distribuidas en 947 localidades (PAHO, 1998).

En el estado de Veracruz hasta la fecha no se ha valorado científicamente el impacto de los simúlidos por efecto de sus picaduras en la población humana y en el desarrollo pecuario en aquellas zonas donde son muy abundantes y no se ha determinado que sean responsables de transmitir patógenos al hombre.

LITERATURA CITADA

- ADLER, P.H., D.C. Currie. y D.M. Wood, 2004, *The Black Flies (Simuliidae) of North America*, Cornell University Press y Royal Ontario Museum, 941 pp.
- COSCARÓN, S., 1969, Nuevos datos relacionados con la importancia sanitaria de los simúlidos (Insecta: Diptera), *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 31 (1-4):73-76.
- CROSSKEY, R.W., 1990, *The Natural History of Blackflies*, John Wiley & Sons, Chichester, Inglaterra, 711 pp.
- , 1991, The fossil pupa *Simulimima* and the evidence it provides for Jurassic origin of the Simuliidae (Diptera), *Systematic Entomology* 16:401-406.
- CROSSKEY, R.W. y T.M. Howard, 2004, *A revised taxonomic and geographical inventory of the world blackflies (Diptera: Simuliidae)*, The Natural History Museum, Londres, 85 pp.
- DUMBLETON, J.L., 1962, Taxonomic characters in the pre-adults stages of Simuliidae (Diptera), *New Zealand Journal of Science* 3 (4): 496-506.
- FREEDEN, F.J.H., 1977, A review of the economic importance of Black flies (Simuliidae) in Canada, *Quaestiones Entomologicae* 13:219-229.
- HERNÁNDEZ, L.M. y A.J. Shelley, 2005, New specific and synonymies and taxonomic notes of Neotropical Black Flies, *Zootaxa* 853:1-46.
- IBÁÑEZ-BERNAL, S. y S. Coscarón, 1996, Simuliidae (Diptera), en B.J. Llorente, A.A.N. García y S.E. González, (eds.), *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*, UNAM/Conabio. México, pp. 579-589.
- IBÁÑEZ-BERNAL, S., 2002, Entomología Médica, en B.J. Llorente y J.J. Morrone, (eds.), *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*, vol. III, Conabio/ECOSUR/UNAM/BAYER, Las Prensas de Ciencias, México, pp. 75-105.
- LUKASHEVICH, E.D. y M.B. Mostovski, 2003, Hematophagous insects in the fossil record, *Paleontological Journal* 37(2): 48-56.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS), 1995, *La Oncocercosis y su control*, Serie de Informes Técnicos núm. 852, 129 pp.
- PANAMERICAN HEALTH ORGANIZATION (PAHO), 1998, *La Salud en las Américas*, vol. II. PAHO, Washington, pp. 403-418, Dirección URL (<http://www.paho.org/Spanish/HIA1998/Mexico.pdf>) (fecha de consulta 23 de junio, 2006).
- PETERSEN, J.L., A.J. Adames. y L. De León, 1983, Bionomics and control of black flies (Diptera: Simuliidae) at the Fortuna Hydro Electric Project Panama, *Journal of Medical Entomology* 20(4):399-408.

- PETERSON, B.V., 1981, Simuliidae, en J.F. McAlpine, B.V. Peterson, G.E. Shewell, H.J. Teskey, J.R. Vockeroth y D.M. Wood (eds.). *Manual of Nearctic Diptera*, vol. I, Monograph núm. 27, Research Branch, Agriculture Canada, Ottawa, pp. 355-391.
- , 1996, Simuliidae, en R.W. Merritt, y K.W. Cummins (eds.), *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*, 3th edition, Kendall/Hunt Publishing, pp. 591-634.
- PURI, I.M., 1925a, On the life history and structure of the early stages of Simuliidae (Diptera: Nematocera), Part. I, *Parasitology* 17: 295-334.
- , 1925b, On the life history and structure of the early stages of Simuliidae (Diptera: Nematocera), Part. II, *Parasitology* 17(4): 369-335.
- ROTHFELS, K.H., 1979, Cytotaxonomy of black flies (Simuliidae), *Annual Review of Entomology* 24:507-539.
- SMITH, N.R., S.L. Cain., S.H. Anderson., J.R. Dunk. y E.S. Williams, 1998, Blackfly-induced mortality of nestling red-tailed hawks, *The Auk* 115(2): 368-375.
- UBACHUKWU, P.O. y A.O. Anya, 2001, Effects of blackfly bites and manifestations of human *onchocerciasis* on the productivity of farmers, *Agro-Science* 2(1):9-16.
- VARGAS, L., 1945, *Simúlidos del Nuevo Mundo*, Instituto de Salubridad y Enfermedades Tropicales, México, Monografía núm. 1, 241 pp.
- WERNER, D. y A.C. Pont, 2003, Dipteran predators of Simuliid Blackflies: a worldwide review, *Medical and Veterinary Entomology* 17:115-132.

Moscas de la fruta

(Insecta: Diptera: Tephritidae)



Vicente Hernández-Ortiz

INTRODUCCIÓN

Entre los insectos, el orden Diptera conforma en la actualidad uno de los grupos más diversos en el mundo con poco más de 124 000 especies descritas, representadas por 128 familias. Su amplia diversidad de hábitos alimentarios, les confieren importantes funciones en las redes tróficas de los ecosistemas, puesto que ciertas familias viven asociadas con plantas, algunas otras como degradadores de restos vegetales y animales, otras como polinizadores de plantas diversas, ciertos grupos son depredadores y parasitoides de otros artrópodos, e incluso algunos de ellos constituyen vectores de ciertas enfermedades (Skevington y Dang, 2002).

La familia Tephritidae es uno de los grupos más diversos de Diptera a nivel mundial y, en términos generales, se les conoce comúnmente como “verdaderas moscas de la fruta”, debido a sus hábitos de alimentación sobre el tejido vivo de diversas plantas silvestres y cultivadas, por lo cual, algunas especies tienen gran importancia económica. No obstante,

otras no se alimentan propiamente de los frutos, sino que también lo hacen en semillas, inflorescencias y tallos (Christenson y Foote, 1960).

Entre las especies frugívoras destacan algunas como ,“la mosca del mediterráneo” *Ceratitis capitata* (Wiedemann), que infesta más de 200 hospederos, posee una amplia distribución en las regiones tropicales y subtropicales del mundo, y actualmente está presente en otros países de América Central y en Sudamérica. En otros grupos nativos de América, también existen diversas especies frugívoras en los géneros *Anastrepha* Schiner, *Toxotrypana* Gerstaecker y *Rhagoletis* Loew asociadas con una gran variedad de plantas nativas e introducidas.

Por otra parte, las especies no frugívoras se desarrollan principalmente en las cabezuelas de inflorescencias, o forman agallas en los tallos, también tienen importancia como agentes de control biológico de diversas malezas, tal es el caso de la especie nativa de México, *Procecidochares utilis* Stone, introducida en Hawaii y Nueva Zelanda para el

control de *Eupatorium adenophorum* Spreng (Foote, 1967).

La información aquí presentada procede principalmente de las bases de datos de moscas de la fruta de México, cuyos datos se basan en material de referencia depositado en la colección entomológica del Instituto de Ecología (IEXA), en Xalapa, México, así como en la colección del Instituto Smithsonian (USNM), en Washington, D.C., EUA.

DESCRIPCIÓN

Los miembros de la familia Tephritidae se caracterizan por ser organismos de tamaño pequeño a grande (2-35 mm) de colores muy variados; generalmente poseen patrones de coloración alar de formas muy diversas ya sea con bandas oscuras o amarillas, manchas hialinas redondeadas, o una combinación de ambas. La morfología corporal indica que algunas especies son miméticas de avispas, mientras que diversos patrones de coloración alar imitan a ciertas arañas. Las hembras poseen el séptimo segmento abdominal de forma cónica, dentro del cual se encuentra una estructura por lo general bien esclerosada, que se denomina ovipositor o aculeus, que le permite insertar los huevos en el tejido vivo de diversas plantas. Las características particulares tanto del patrón alar como del ovipositor tienen un alto valor taxonómico para el reconocimiento de las especies (Foote, 1980; Foote *et al.*, 1993).

Las moscas de la fruta se pueden distinguir de otros dípteros Acalyptratae por la naturaleza de la vena subcostal en las alas, la cual se dobla abruptamente hacia la vena costal formando un ángulo aproximado de 90° y generalmente se adelgaza inmediatamente después de esa curvatura. La cabeza presenta usualmente una proboscis carnosa y palpos bien desarrollados, un par de ojos compuestos y tres ocelos, antena simple formada por tres segmentos y una arista corta usualmente desnuda (Foote y Steyskal, 1987).

Las larvas son vermiformes y poseen un cuerpo alargado o corto y ancho, son de color blanco o amarillento; el segmento anterior no forma una cápsula cefálica y posee un par de ganchos mandibulares oscuros fuertemente esclerosados, abertura bucal con varios pliegues orales; espiráculos anteriores situados en el primer segmento torácico formado por un número variable de túbulos; espiráculos posteriores localizados en el segmento caudal, conformados por dos placas con tres aberturas alargadas en cada uno de ellos.

BIOLOGÍA

Como su nombre lo indica, las moscas de la fruta tienen hábitos fitófagos como un requerimiento indispensable para completar su desarrollo. En general, los Tephritidae son mejor conocidos por sus hábitos de alimentación en frutos y vegetales en maduración, pero también existe otro grupo compuesto por especies que particularmente se alimentan de cabezas florales o formando agallas en tallos, especialmente de la familia Asteraceae (Foote *et al.*, 1993).

Durante su ciclo de vida, las hembras utilizan el ovipositor para insertar sus huevos en el tejido vivo. Las larvas presentan tres estadios de desarrollo, los cuales transcurren generalmente en un periodo de entre 20-40 días en el interior de la planta de alimentación, y cuando han completado su desarrollo, abandonan las estructuras en donde se alimentan para pupar en el suelo, pero algunas forman el pupario dentro de esas mismas estructuras; el estado pupal transcurre en un periodo de 20-30 días (Heardrick y Goeden, 1998). La duración del ciclo larvario depende en gran medida de las condiciones de humedad y temperatura, pero también de las características propias del hospedero (Baker *et al.*, 1944), y en ciertas especies tiene lugar un proceso de diapausa, durante el cual pueden permanecer en este estado pupal hasta por un año, hasta la siguiente

temporada de fructificación de su planta hospedera, ejemplos de ello ocurren en especies de *Rhagoletis* (Bush, 1966).

Después de que las moscas adultas emergen del pupario requieren, generalmente, de un periodo de maduración sexual (que varía desde unos días hasta varias semanas), antes de que pueda aparearse para dar lugar a otra generación. En este proceso, tanto machos como hembras, se alimentan de una variedad considerable de productos naturales, incluyendo exudados de tejidos vegetales y de frutos maduros, néctar de flores y excremento de aves (Prokopy y Roitberg, 1984).

En Tephritidae existe un amplio rango de plantas hospederas, y de acuerdo a la diversidad de hospederos que utilizan, Zwölfer (1983) caracteriza cuatro grandes grupos: *a*) Polífagas, aquellas que se alimentan de plantas de diferentes familias; *b*) Oligófagas, especies asociadas con varios géneros de la misma familia; *c*) Estenófagas, especies que se alimentan de varias plantas de un solo género; *d*) Monófagas, especies restringidas a un solo hospedero.

Fletcher (1989) señala que las especies multivoltinas (varias generaciones anuales) ocurren generalmente en las regiones tropicales y subtropicales e involucran tanto especies polífagas, oligófagas, estenófagas y monófagas. Entre sus características más importantes destacan que los adultos poseen una fecundidad media a alta (300-1 000 huevos por hembra), una alta movilidad, y una fase reproductiva muy larga. Ejemplos típicos de especies multivoltinas se encuentran en el género *Anastrepha*. En contraste, las especies univoltinas (una sola generación anual) por lo general habitan en regiones templadas, y comprenden fundamentalmente especies monófagas y estenófagas. Entre sus características más importantes presentan una baja fecundidad (menos de 300 huevos por hembra), tienen una limitada capacidad de dispersión y presentan un periodo reproductivo relativamente corto. Ejemplos de especies univoltinas los encontramos en géneros tales como *Rhagoletis*, *Zonosemata* y *Oedicarena*.

Algunos géneros como *Blepharoneura* han sido muy poco estudiados en México, sin embargo, se sabe que poseen hábitos de alimentación muy especializados con plantas de la familia Cucurbitaceae, ya sea alimentándose de botones florales, guías o tallos y frutos (Condon y Norrbom, 1994). Por su parte, los miembros de la subfamilia Trypetinae se alimentan en diversas familias de plantas ya sea de la pulpa de los frutos, pero en algunos casos también de sus semillas. En este caso existen ejemplos en Veracruz que habitan selvas tropicales como *Anastrepha cordata* asociada con frutos de Apocynaceae, *A. crebra* en frutos de Bombacaceae (Hernández-Ortiz y Pérez-Alonso, 1993), y *Anastrepha alveata* en frutos de Olacaceae (Piedra *et al.*, 1993), entre otras. Algunas especies de hábitos muy especializados como *Trypeta concolor* (Wulp) y *T. denticulata* Han y Norrbom, que habitan en los bosques de pino-encino de Veracruz, poseen larvas minadoras en las hojas de Asteráceas como *Barkleyanthus salicifolius* y *Senecio cinerarioides*, respectivamente (Han & Norrbom, 2005).

DIVERSIDAD

Los Tephritidae se distribuyen en áreas templadas, tropicales y subtropicales en prácticamente todas las regiones del mundo, y su mayor diversidad se encuentra en los trópicos. Esta familia comprende en la actualidad 4 257 especies en 471 géneros a nivel mundial, mientras que en el Continente Americano ocurren 1 075 especies en 128 géneros (Norrbom *et al.*, 1998). A pesar de la extraordinaria diversidad de esta familia en América, las relaciones que guardan la mayoría de estos taxa con sus plantas de alimentación son desconocidas, ya que sólo se dispone de información para cerca del 25 % de las especies americanas (Hernández-Ortiz, 1996).

La subfamilia Tephritinae está representada en América por alrededor de 74 géneros, pero en los trópicos americanos este grupo posee un alto grado

de diversificación, principalmente asociado con plantas de la familia Asteraceae. En virtud del alto grado de especialización biológica hacia sus huéspedes, así como ciertas características morfológicas, esta subfamilia podría ser considerada como la más derivada dentro de Tephritidae (Norrbon, 1987; Fletcher, 1989).

La subfamilia Trypetinae incluye cerca de 24 géneros conocidos en América, y entre los grupos mejor representados se encuentran *Anastrepha*, *Hexachaeta* y *Rhagoletis*. Los dos primeros con amplia distribución en regiones tropicales, y el último ampliamente difundido en zonas subtropicales y templadas desde Norteamérica hasta Chile y Argentina. En general, los miembros de esta subfamilia se alimentan principalmente de frutos de muy diversas familias de plantas.

En México, la familia Tephritidae está representada por 224 especies pertenecientes a 53 géneros, lo que significa el 5.3 % de la diversidad mundial (Hernández-Ortiz, 1996). En el estado de Veracruz se registra por primera ocasión la presencia de 98 especies de moscas de la fruta comprendidas en 35 géneros, las cuales representan el 42.9 % de especies y el 66 % de los géneros que ocurren en México (apéndice VIII.34).

Del total de especies presentes en Veracruz, el 26 % se consideran endémicas de México y, en particular, algunas de ellas como *Blepharoneura io* Giglio-Tos, *Campiglossa fibulata* (Wulp), *C. obsoleta* (Wulp), *Cryptodacus quirozi* Norrbom, *Tetreuaresta audax* (Giglio-Tos), *T. latipennis* (Townsend), *T. rufula* (Wulp) sólo se conocen para Veracruz.

El género *Anastrepha*, comprende el grupo más diverso de todos los Tephritidae en América, representado por cerca de 200 especies distribuidas a lo largo de la región Neotropical (Norrbon *et al.*, 2000), de las cuales alrededor de 37 especies han sido registradas en México (Hernández-Ortiz, 1992, 1998, 2004; Hernández-Ortiz y Aluja, 1993; Hernández-Ortiz *et al.*, 2002; Aluja *et al.*, 2003), y al menos 24 ocurren en el estado de Veracruz, en

donde algunas como *A. minuta* Stone sólo se conoce para ese estado (Hernández-Ortiz, 2007).

DISTRIBUCIÓN POR ECOSISTEMAS

En Veracruz se conjugan importantes condiciones geográficas, que le confieren una gran variedad de tipos de vegetación. De acuerdo con Rzedowski (1988), en el estado se encuentran los principales tipos de vegetación del país, tales como el Bosque de Coníferas y de *Quercus* (BPE) que ocupan las regiones montañosas por encima de los 2 000 msnm; el Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) distribuido en estrechas áreas de la montaña entre los 800 y 1 800 msnm; la Selva Tropical Caducifolia y Subcaducifolia (STC-S), característica de zonas bajas entre los 200-800 msnm, representada particularmente por manchones en la región norte y centro del estado; y la Selva Tropical Perennifolia y Subperennifolia (STP-S), en zonas de baja altitud difundida en grandes extensiones de la vertiente del Golfo de México.

La extraordinaria riqueza de la vegetación y regiones climáticas de Veracruz, han generado una diversidad faunística notable de numerosos grupos de insectos. En el caso de las moscas de la fruta, esta riqueza debe ser analizada en función de sus asociaciones vegetales debido a su estrecha relación con diversas familias de plantas angiospermas. Con base en estas comunidades, el análisis de la diversidad de Tephritidae en Veracruz indica que en el Bosque de Pino-Encino (BPE) se encuentran 20 especies (20.4 %) en 13 géneros (37.1 %). Especies típicas de estas zonas templadas son *Aciurina mexicana* (Aczél), *Neotephritis semifusca* (Wulp), *Oedicarena latifrons* (Wulp), *O. nigra* Hernández-Ortiz, *Ostracocoelia mirabilis* Giglio-Tos, *Paracantha gentilis* Hering, *Procecidochares montana* Snow, *Rhagoletis pomonella* (Walsh), *Tetreuaresta audax* (Giglio-Tos), *Trypeta concolor* (Wulp) y *Trypeta denticulata* Han & Norrbom, entre otras (figura 1).



FIGURA 1. *Paracantha cultaris*. Especie de amplia distribución en México, que ha sido registrada alimentándose de inflorescencias de *Cirsium* sp. (Asteraceae) (Foto: V. Hernández-Ortiz).

En el Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) la diversidad de moscas de la fruta está representada por 35 especies (35.7 %), repartidas en 21 géneros (60 %), lo que representa la mayor diversidad genérica en estas comunidades, mientras que la diversidad específica sólo es superada por las selvas tropicales perennifolias. Entre las especies típicas del BMM se encuentran *Baryplegma pertusa* (Bates), *Campiglossa fibulata* (Wulp), *C. obsoleta* (wulp), *Eutreta apicalis* (Coquillett), *E. margaritata* Hendel, *Molynocoelia lutea* Giglio-Tos, *Neotaracia unimacula* Foote, *Procecidochares alani* Steyskal, *Rhagoletis solanophaga* Hernández-Ortiz & Frías, *R. zoqui* Bush, y *Zonosemata vidrapennis* Bush (figura 2).

En el caso de la Selva Tropical Caducifolia y Subcaducifolia (STC-S) se registraron 32 especies (32.6 %), representadas por 11 géneros (31.4 %), entre las cuales destacan *Anastrepha alveata* Stone, *A. bicolor* (Stone), *A. dentata* (Stone), *A. pallens* Coquillett, *A. robusta* Greene, *A. spatulata* Stone, *Cryptodacus quirozi* Norrbom, *Hexachaeta amabilis* (Loew), y *Rhagoletotrypeta intermedia* Norrbom.

Finalmente, en la Selva Tropical Perennifolia y Subperennifolia (STP-S) se encontraron 42 especies (42.8 %) representadas por 17 géneros (48.6 %), con lo cual constituye el ecosistema más diversificado



FIGURA 2. *Eutreta* sp. adultos encontrados en el bosque de niebla (Foto: V. Hernández-Ortiz).

para moscas de la fruta en Veracruz. Entre las especies típicas de estas asociaciones vegetales se pueden citar *Anastrepha aphelocentema* Stone, *A. cordata* Aldrich, *A. leptozona* Hendel, *A. minuta* Stone, *Hexachaeta fallax* Lima, *H. seabrai* Lima, *Neotaracia imox* (Bates), y *Polymorphomyia pilosula* Wulp.

IMPORTANCIA ECONÓMICA

En general, todos los Tephritidae neotropicales cuya biología es conocida tienen hábitos fitófagos, sus larvas viven en el interior de varios tejidos de plantas tales como frutos, semillas, flores, raíces, tallos y hojas y, en algunos casos, inducen la formación de agallas en sus plantas hospederas (figura 3).

Por ello, en esta familia se encuentran algunas de las principales plagas de diversos frutales cultivados como los cítricos, mango, guayaba, y chicozapote, entre otras (figura 4). No obstante, otras especies son consideradas como agentes naturales de control biológico de ciertas malezas (cuadro 1).



FIGURA 3. *Rhynencina spilogaster*. Hembra adulta localizando un sitio de oviposición (Foto: F.A. Pech).

Muchos de los frutales que se producen para el consumo humano, cuentan entre sus principales problemas diversas plagas de “moscas de la fruta”, debido a que los daños ocasionados por las larvas impiden su libre comercialización por las restricciones de protocolos cuarentenarios, lo cual obstaculiza su exportación a otros países. Por ello, el estudio de las moscas de la fruta, debe ser conducido de manera integral en los diversos frutales que se comercializan a escala nacional e internacional, lo que permita a los productores obtener buenos divi-

dendos por sus productos y evitando el riesgo de bloquear la comercialización de sus productos a consecuencia de estas plagas.

Algunas especies de gran importancia económica son la “mosca mexicana de la fruta”, *Anastrepha ludens* (Loew), la cual posee una amplia distribución en México y también está presente en Veracruz. Se alimenta principalmente de frutos de mango (*Mangifera indica*), naranja dulce y naranja agria (*Citrus sinensis* y *C. aurantium*), y en casos menos frecuentes se le encuentra en frutos de durazno (*Prunus persica*) (Hernández-Ortiz, 1992). Su distribución es muy amplia a través de las selvas tropicales caducifolias y perennifolias, incluyendo también el bosque mesófilo de montaña, por lo cual es común encontrarla en cafetales, pero no se alimenta de los frutos del café.



FIGURA 4. *Anastrepha striata*. Especie de importancia económica cuyas larvas se alimentan principalmente de frutos de guayaba (Foto: V. Hernández-Ortiz).

CUADRO 1. Especies de “moscas de la fruta” que poseen registros de plantas hospederas en Veracruz

ESPECIES	HOSPEDEROS EN VERACRUZ
<i>Acinia picturata</i> (Snow)	<i>Pluchea odorata</i>
<i>Anastrepha alveata</i> Stone	<i>Ximenia americana</i>
<i>Anastrepha aphelocentema</i> Stone	<i>Pouteria hypoglauca</i>
<i>Anastrepha bahiensis</i> Lima	<i>Brosimum alicastrum</i> , <i>Pseudolmedia oxyphyllaria</i>
<i>Anastrepha cordata</i> Aldrich	<i>Tabernaemontana alba</i>
<i>Anastrepha crebra</i> Stone	<i>Quararibea funebris</i>
<i>Anastrepha distincta</i> Greene	<i>Inga</i> spp.
<i>Anastrepha fraterculus</i> (Wiedemann)	<i>Psidium guajava</i> , <i>Prunus persica</i> , <i>Syzygium jambos</i> , otras
<i>Anastrepha hamata</i> (Loew)	<i>Chrysopyllum mexicanum</i>
<i>Anastrepha ludens</i> (Loew)	<i>Citrus aurantium</i> , <i>C. paradisi</i> , <i>C. sinensis</i> , <i>Prunus persica</i> , <i>Mangifera indica</i> , <i>Punica granatum</i> , otras
<i>Anastrepha obliqua</i> (Macquart)	<i>Spondias mombin</i> , <i>S purpurea</i> , <i>Eriobotrya japonica</i> , <i>Mangifera indica</i> , otras
<i>Anastrepha serpentina</i> (Wiedemann)	<i>Chrysophyllum mexicanum</i> , <i>Manilkara zapota</i> , <i>Pouteria campechiana</i> , <i>P sapota</i> , otras
<i>Anastrepha spatulata</i> Stone	<i>Schoepfia schreberi</i>
<i>Anastrepha striata</i> Schiner	<i>Psidium guajava</i>
<i>Anastrepha zuelaniae</i> Stone	<i>Zuelania guidonia</i>
<i>Euarestoides dreisbachi</i> Foote	<i>Lantana hispida</i>
<i>Eutreta apicalis</i> (Coquillett)	<i>Calea longipedicellata</i>
<i>Eutreta rhinophora</i> Hering	<i>Lippia</i> sp.
<i>Oedicarena latifrons</i> (Wulp)	<i>Solanum</i> sp.
<i>Paracantha cultaris</i> (Coquillett)	<i>Cirsium</i> sp.
<i>Rhagoletis pomonella</i> (Walsh)	<i>Crataegus mexicana</i>
<i>Rhagoletis solanophaga</i> Hernández-Ortiz y Frías	<i>Solanum appendiculatum</i>
<i>Rhagoletis turpiniae</i> Hernández-Ortiz	<i>Turpinia insignis</i> , <i>T. occidentalis</i>
<i>Rhagoletis zoqui</i> Bush	<i>Juglans pyriformis</i>
<i>Rhagoletotrypeta intermedia</i> Norrbom	<i>Celtis caudata</i>
<i>Toxotrypana curvicauda</i> Gerstaecker	<i>Carica papaya</i>
<i>Toxotrypana</i> sp. 2	<i>Gonolobus fraternus</i>
<i>Trypeta concolor</i> (Wulp)	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>
<i>Trypeta denticulata</i> Han & Norrbom	<i>Senecio cinerarioides</i>
<i>Xanthaciura chrysura</i> (Thomson)	<i>Bidens alba</i>
<i>Xanthaciura insecta</i> (Loew)	<i>Bidens alba</i>
<i>Zonosemata vidrapennis</i> Bush	<i>Solanum</i> sp.

La “mosca de los zapotes” *A. serpentina* (Wiedemann) es otra de las especies plaga presentes en Veracruz, que se alimenta de la pulpa de frutos como el chicozapote (*Manilkara zapota*) y el zapote mamey (*Pouteria sapota*); esta especie es más frecuente en regiones cálidas en donde dominan sus plantas hospederas de la familia Sapotaceae. La “mosca de la guayaba” *A. striata*, se le conoce particularmente asociada con frutos de guayaba (*Psidium guajava*), en donde se desarrolla muchas veces en competencia con *A. fraterculus*, usualmente se le encuentra restringida a este hospedero. La “mosca de las Indias Occidentales” *A. obliqua*, también está

considerada como una plaga muy importante del mango (*Mangifera indica*) y del ciruelo jobo (*Spondias* spp.); esta especie es común en regiones tropicales de baja altitud, y en ellas es frecuente encontrarla infestando frutos de mango junto con la mosca mexicana de la fruta. Otra especie de interés económico es la “mosca de la papaya” *Toxotrypana curvicauda*, la cual se alimenta en el interior de los frutos de papaya comercial y silvestre pero, particularmente sus larvas, comen las semillas del fruto.

En las regiones templadas de Veracruz también existen especies que se alimentan en frutos silvestres, tal es el caso de *Rhagoletis pomonella* (Walsh)

cuyas larvas se alimentan de los frutos del tejocote (*Crataegus mexicana*), y *R. zoqui* Bush que se alimenta de la pulpa de los frutos del nogal silvestre (*Juglans pyriformis*), además de *R. solanophaga* Hernández-Ortiz y Frías, *Oedicarena latifrons* (Wulp), y *Zonosemata vidrapennis* Bush, las cuales se alimentan en frutos de solanáceas silvestres (*Solanum* spp.).

Los miembros de la subfamilia Tephritinae representan especies potencialmente utilizables como agentes naturales de control biológico de malezas de la familia Asteraceae. Especies en los géneros *Eutreta*, *Tetreuaresta* y *Procecidochares* han sido empleados como agentes de control biológico mediante su introducción en otros países con resultados muy positivos. Dada la presencia de diversas especies de estos géneros en México, y particularmente en Veracruz, se estima que podrían ser considerados en estudios futuros para el control de ciertas malezas.

LITERATURA CITADA

- ALUJA, M., J. Rull, J. Sivinski, A.L. Norrbom, R.A. Wharton, R. Macías-Ordoñez, F. Díaz-Fleischer y M. López, 2003, Fruit flies of the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) and associated native parasitoids (Hymenoptera) in the tropical rainforest Biosphere Reserve of Montes Azules, Chiapas, Mexico, *Environmental Entomology* 32: 1377-1385.
- BAKER, A.C., W.E. Stone, C.C. Plummer y M. McPhail, 1944, *A review of studies on the Mexican fruit fly and related Mexican species*, U.S. Department of Agriculture Miscellaneous Publication 531: 1-155.
- BUSH, G.L., 1966, The taxonomy, cytology and evolution of the genus *Rhagoletis* in North America (Diptera: Tephritidae), *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology* 134: 431-562.
- CHRISTENSON, L.D. y R.H. Foote, 1960, Biology of fruit flies, *Annual Review of Entomology* 5: 171-192.
- CONDON, M.A. y A.L. Norrbom, 1994, Three sympatric species of *Blepharoneura* (Diptera: Tephritidae) on a single species of host (*Gurania spinulosa*, Cucurbitaceae): new species and new taxonomic methods, *Systematic Entomology* 19: 279-304.
- FLETCHER, B.S., 1989, Life history strategies of tephritid fruit flies, en A.S. Robinson y G. Hooper (eds.), *Fruit flies, their biology, natural enemies and control*, vol. 3B Elsevier, Amsterdam, pp. 195-206.
- FOOTE, R.H., 1967, Family Tephritidae (Trypetidae, Trupaneidae) 57, en P.E. Vanzolini y N. Papavero (eds.), *A catalogue of Diptera of the Americas south of the United States*, Department of Zoology, Secretaría de Agricultura, Sao Paulo, pp. 1-91.
- , 1980, Fruit fly genera south of the United States (Diptera: Tephritidae), *U.S. Department of Agriculture Technical Bulletin* 1600: 1-79.
- FOOTE, R.H., F.L. Blanc y A.L. Norrbom, 1993, *Handbook of the fruit flies (Diptera: Tephritidae) of America North of Mexico*, Comstock Publ., Cornell Univ. Press, 571 pp.
- FOOTE, R.H. y Steyskal, G.C., 1987, Tephritidae 66, en McAlpine J.F. (ed.), *Manual of Nearctic Diptera*, vol. 2, Research Branch Agriculture Canada, Monograph 28, pp. 817-831.
- HAN, H.Y. y A.L. Norrbom, 2005, A systematic revision of the New World species of *Trypeta* Meigen (Diptera: Tephritidae), *Systematic Entomology* 30: 208-247.
- HEADRICK, D.H. y R.D. Goeden, 1998, The biology of nonfrugivorous tephritid fruit flies, *Annual Review of Entomology* 43: 217-241.
- HERNÁNDEZ-ORTIZ, V., 1992, *El género Anastrepha Schiner en México (Diptera: Tephritidae). Taxonomía, Distribución y sus plantas huéspedes*, Instituto de Ecología Publicación 33, 162 pp.
- , 1996, Tephritidae (Diptera), en B.J. Llorente, A. García Aldrete y E. González (eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*, UNAM, pp. 603-617.
- , 1998, Nueva especie de *Anastrepha* Schiner del grupo *spatulata* en México (Diptera: Tephritidae), *Folia Entomológica Mexicana* 104: 121-127.

- , 2004, Two remarkable new species related to *Anastrepha tripunctata* (Diptera: Tephritidae) with a discussion of the affinities of the *cryptostrepha* group, *Canadian Entomologist* 136: 759-770.
- , 2007, Diversidad y biogeografía del género *Anastrepha* en México, en V. Hernández-Ortiz (ed.), *Moscas de la Fruta en Latinoamérica (Diptera: Tephritidae): diversidad, biología y manejo*. S y G Editores, México, pp. 53-76.
- HERNÁNDEZ-ORTIZ, V. y M. Aluja, 1993, Listado de especies del género neotropical *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) con notas sobre su distribución y plantas hospederas, *Folia Entomológica Mexicana* 88: 89-105.
- HERNÁNDEZ-ORTIZ, V. y R. Pérez-Alonso, 1993, The natural host plants of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) in a tropical rain forest of Mexico, *Florida Entomologist* 76: 447-460.
- HERNÁNDEZ-ORTIZ, V., P. Manrique-Saide, H. Delfín-Gonzalez y L. Novelo-Rincón, 2002, First report of *Anastrepha compressa* in Mexico and new records for other *Anastrepha* species in the Yucatan Peninsula (Diptera: Tephritidae), *Florida Entomologist* 85: 389-391.
- NORRBOM, A.L., 1987, A revision of the neotropical genus *Polionota* Wulp (Diptera: Tephritidae), *Folia Entomológica Mexicana* 73: 101-123.
- NORRBOM, A.L., L.E. Carroll, F.C. Thompson, I.M. White y A. Freidberg, 1998, Systematic database of names, en F.C. Thompson (ed.), *Fruit fly expert identification system and systematic information database*, *Myia* vol. 9, Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands, pp. 65-251.
- NORRBOM, A.L., R.A. Zucchi y V. Hernández-Ortiz, 2000, Phylogeny of the genera *Anastrepha* and *Toxotrypana* (Trypetinae: Toxotrypanini) based on morphology, en M. Aluja y A.L. Norrbom (eds.), *Fruit flies (Tephritidae): phylogeny and evolution of behavior*, CRC Press, EUA, pp. 299-342.
- PIEDRA, E., A. Zúñiga y M. Aluja, 1993, New host plant and parasitoid record in México for *Anastrepha alveata* Stone (Diptera: Tephritidae), *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 95: 127.
- PROKOPY, R.J. y B.D. Roitberg, 1984, Foraging behavior of true fruit flies, *American Scientist* 72: 41-49.
- RZEDOWSKI, J., 1988, *Vegetación de México* (4ª reimprisión), Limusa, México, 432 pp.
- SKEVINGTON, J.H. y P.T. Dang, 2002, Exploring the diversity of flies (Diptera), *Biodiversity* 3: 1-27.
- ZWÖLFER, H., 1983, Life systems and strategies of resource exploitation in tephritids, en R. Cavalloro (ed.), *Fruit flies of Economic Importance*, Balkema, Rotterdam, pp. 16-30.

Avispas con aguijón

(Insecta: Hymenoptera: Aculeata)



Alejandro González-Hernández
James M. Carpenter

INTRODUCCIÓN

Los himenópteros aculeatos son conocidos comúnmente como avispas, hormigas, abejas, agrupadas dentro del suborden Apocrita, el cual incluye dos divisiones, Parasítica y Aculeata. Esta última comprende tres superfamilias; Chrysidoidea, Vespoidea y Apoidea (Goulet y Huber, 1993). Los crisidoideos se consideran aculeados primitivos, mientras que los vespoideos y apoideos son aculeados avanzados (Finnamore y Brothers, 1993).

Las especies de Aculeata son himenópteros en los cuales el ovipositor está modificado para picar e inyectar veneno paralizante, mientras que en especies de Parasítica, el ovipositor es utilizado para depositar huevecillos. Los miembros de este grupo de macrohimenópteros son usualmente mayores de 3 mm en longitud, con las alas generalmente provistas con numerosas venas y celdas, en particular en las alas anteriores; además, presentan de cuatro a siete pares de espiráculos sobre el metasoma (Finnamore y Brothers, 1993).

Las larvas de muchas especies de Apocrita se alimentan sobre otros artrópodos, no obstante la fitofagia está presente en algunos grupos. Las abejas se alimentan sobre polen o néctar, pocas especies de hormigas se alimentan de plantas o son omnívoras. Especies aculeadas en estado de larva son parasitoides o depredadoras sobre otros insectos o arácnidos, mientras que los adultos son de vida libre. En estado adulto, las especies sociales son depredadoras, cazando insectos o arañas y llevándolas al nido en donde son compartidos entre las larvas y adultos de la colonia. Muchas avispas solitarias son especialistas capturando ciertos insectos o arañas que son colocadas en pequeñas celdas para alimentar a las larvas (Borror *et al.*, 1989).

El orden Hymenoptera es uno de los cuatro grupos de mayor diversidad en el mundo, puesto que incluye alrededor de 300 000 especies, distribuidas ampliamente en todas las regiones. La fauna mundial de Apocrita se estima en 109 833 especies, entre los que se incluyen la división Aculeata, representada por 54 192 especies (Chrysidoidea 4 899;

Vespoidea 21 593 y Apoidea 27 700) (Lasalle y Gould, 1993). En Norteamérica se conocen poco más de 18 000 especies (Goulet y Huber, 1993).

En México han sido registradas 950 especies de aculeados (excluyendo apiformes) incluidos en 213 géneros (Krombein, 1979). Posteriormente, el número de registros de especies se ha incrementado de dos a tres veces en algunos grupos; por ejemplo, el catálogo de Hymenoptera Aculeata de México (excluyendo apiformes) recopila alrededor de 2 250 especies válidas en 329 géneros (González-Hernández, datos no publicados). Dicha recopilación se basa en varios catálogos recientes y en registros obtenidos en las siguientes colecciones: Museo Americano de Historia Natural (AMNH), Academia de Ciencias de California (CAS), Colección de Insectos de la Universidad de Cornell (CUIC), Museo Bohart de la Universidad de California, Davis (UCD) y la Colección Essig de la Universidad de California, Berkeley (UCB).

Algunas especies de Bethyridae han sido utilizadas en el control de insectos plaga; *Cephalonomia stephanoderis* controla la broca del cafeto en el sureste de México (Barrera *et al.*, 1990). *Goniozus legneri* ha sido liberado para control de la palomilla pirálida *Amyelosis transitella* en almendra; mientras que otras especies controlan plagas en granos almacenados (Legner y Gordh, 1992). Algunas especies de véspidos (*Polistes*) ejercen considerable depredación sobre el gusano de cuerno del tabaco, y en el gusano bellotero del algodón, por lo que se ha intentado utilizarlos como agentes de control biológico (Bellotti y Arias, 1977; Krombein, 1979).

SUPERFAMILIA CHRYSIDOIDEA

Descripción

Este grupo incluye siete familias; Bethyridae, Chrysididae, Dryinidae, Embolemidae, Plumariidae, Sclerogibbidae y Scolebythidae, de las cuales,

las tres primeras son las más comunes en Veracruz. Son himenópteros de tamaño menor a 3 mm de longitud, caracterizados por presentar antenas de ocho a 11 segmentos en ambos sexos; pronotum con ápice posterolateral usualmente alcanzando la tégula. Metapostnotum corto, transverso y fusionado con el propodeum; ala anterior con venación reducida, usualmente con tres o menos celdas cerradas; ala posterior en ocasiones con una celda cerrada y sin lóbulo jugal; esternitos 1 y 2 del metasoma no separados por una constricción; hembra con articulación dentro del gonocoxito 2 (Finnamore y Brothers, 1993). Las especies de crisidoideos son parasitoides de huevecillos de Cheleutoptera, parasitoides externos de cicadélidos, y en larvas de Coleoptera y Lepidoptera. Algunas especies son cleptoparasitoides en nidos de otros aculeados.

Diversidad

A nivel mundial se estima que existen 16 000 especies de Chrysidoidea, de las cuales 550 ocurren en Norteamérica. El grupo de crisidoideos más numeroso en los trópicos está representado por los Bethyridae, que incluyen 2 200 especies, mientras que los Chrysididae comprenden cerca de 3 000 especies distribuidas principalmente en desiertos templados de ambos hemisferios. La familia Drynidae incluye 1 100 especies de distribución cosmopolita (Finnamore y Brothers, 1993).

La fauna de Chrysidoidea en México comprende 376 especies en 54 géneros distribuidos de la manera siguiente: Bethyridae con 154 especies en 17 géneros (Gordh y Moczar, 1990); Chrysididae con 134 especies en 25 géneros (Kimsey y Bohart, 1990); y Dryinidae con 88 especies en 12 géneros (Olmi, 1984).

En el apéndice VIII.35 se registran 45 especies de la superfamilia Chrysidoidea para Veracruz, que representan el 12 % de las especies presentes en México. La familia Bethyridae es el grupo más

numeroso con 31 especies en 10 géneros, destacando el género *Holopyris* (figura 1) con seis especies, en tanto que las familias Chrysididae y Dryinidae incluyen géneros representados en su mayoría por una sola especie tales como *Neochrysis confusa* (figura 2) y *Drynus belizensis* (figura 3). En este apéndice VIII.35 se incluyen las especies de betílidos registradas para Veracruz por Gordh y Moczar (1990), así como especies observadas en diversas colecciones. Mientras que las especies citadas de crisídidos y dryínidos corresponden a registros en colecciones.



FIGURA 1. *Holopyris bakeri* (Foto: Alejandro González-Hdez.).



FIGURA 2. *Neochrysis confusa* (Foto: Alejandro González-Hdez.).



FIGURA 3. *Drynus belizensis* (Foto: Alejandro González-Hdez.).

SUPERFAMILIA VESPOIDEA

Descripción

Esta superfamilia comprende 10 familias: Bradynobaenidae, Formicidae, Mutillidae, Pompilidae, Rhopalosomatidae, Saypigidae, Scoliidae, Sierolomorphidae, Tiphidae, y Vespidae. Los vespoideos se reconocen por presentar antenas con 10 flagelomeros en hembras y con 11 flagelomeros en machos; pronotum con el ápice posterolateral alcanzando o excediendo la tégula, el metapostnotum presenta forma similar que en crisidoideos; ala anterior con venación bien desarrollada, usualmente con nueve a 10 celdas cerradas. Alas posteriores con dos celdas cerradas y usualmente con lóbulo jugal. Esternitos del metasoma 1 y 2 frecuentemente separados por una constricción; hembras sin una articulación dentro del gonocoxito 2 (Brothers y Finnermore, 1993).

Las especies de Mutillidae se distinguen por su forma de hormiga y cuerpo densamente pubescente, las hembras son ápteras y machos alados, siendo estos últimos de mayor tamaño. Los Pompilidae son avispas delgadas que tienen un cuerpo de 15 a 40 mm de longitud, usualmente son de color oscuro con alas amarillentas o rojizas, con patas lar-

gas y espinosas; pronotum más o menos cuadrado en vista lateral y presentan una sutura transversal que cruza la mesopleura.

Las especies de Vespidae presentan la celda 1M muy larga (excepto Masarinae), y es común observar que los adultos en reposo pliegan sus alas longitudinalmente; en la subfamilia Masarinae el cuerpo es negro con amarillo, de 10 a 20 mm de longitud, y se distinguen de otros véspidos por presentar sólo dos celdas submarginales, y la antena engrosada en la punta; la subfamilia Eumeninae es la más abundante de avispa, son especies de cuerpo negro, o combinados con amarillo y blanco, con tallas entre 10 a 25 mm de longitud; la subfamilia Polistinae incluye las avispa de papel, que son avispa alargadas y delgadas, usualmente rojizas o pardas, marcadas con amarillo, con metasoma en forma de huso.

Biología

Las especies de Vespoidea presentan diversos hábitos ya que existen avispa sociales y solitarias, en tanto que sus hábitos alimentarios ocurren como parasitoides, depredadores, o fitófagos especializados en semillas, polen, y hongos cultivados. Las especies de Masarinae (Vespidae), son avispa solitarias que almacenan polen y néctar como alimento para sus larvas; mientras que las especies de Eumeninae, son avispa solitarias que almacenan larvas paralizadas de lepidópteros o coleópteros como alimento para sus juveniles. Los miembros de Pompilidae son depredadores exclusivos sobre arañas, y en general capturan una araña grande que almacenan en una celda solitaria en el suelo; algunas especies de Pepsinae, primero construyen un nido multicelular en cavidades preexistentes y, posteriormente, capturan una presa, pero otras (*Pepsis* sp.) usan como nido el propio agujero de la araña presa. Las especies de Mutillidae, conocidas como hormiga terciopelo, atacan pupas o larvas en diapausa de avispa o abejas que anidan en el suelo (Krombein, 1979).

Diversidad

Los Vespoidea se distribuyen principalmente en regiones tropicales. La fauna mundial se estima en 48 000 especies, sin embargo, se estima que la mitad de sus especies aún no han sido descritas. Los mutílidos, pompílidos y véspidos son de distribución cosmopolita pero predominan en las regiones tropicales. Los mutílidos incluyen 5 000 especies en el mundo, de las cuales sólo 435 especies y 20 géneros ocurren en Norteamérica. Los pompílidos incluyen 4 200 especies en el mundo, con 282 especies y 40 géneros en Norteamérica. Los véspidos comprenden actualmente 4 884 especies en el mundo, pero se estiman 5 038 especies si se incluyeran las especies no reconocidas (Carpenter, datos no publicados), en Norteamérica se reconocen 315 especies en 31 géneros (Brothers y Finnamore, 1993).

La fauna mexicana de vespoideos ha sido abordada en varios estudios: los Mutillidae (Cameron, 1894-1899; Nonveiller, 1990); Pompilidae (Townes, 1957; Krombein, 1979; Evans, 1966); mientras que en Vespidae destaca el listado de especies de México (Rodríguez, 1996), y el *Catálogo de especies del Mundo* (Carpenter, 2006, inédito). En la actualidad se reconoce para México un total de 1 434 especies en 199 géneros de vespoideos (González-Hernández *et al.*, 2006, no publicado), incluidas en las siguientes familias: Bradynobaenidae (31 especies, dos géneros); Formicidae (527 especies, 81 géneros); Mutillidae (206 especies, 16 géneros); Pompilidae (177 especies, 36 géneros); Scoliidae (ocho especies, tres géneros); Tiphiidae (124 especies, 11 géneros), y Vespidae (361 especies, 50 géneros).

En Veracruz, la mayor riqueza de vespoideos al parecer se presenta en la familia Vespidae con 115 especies en 30 géneros, equivalentes al 32 % de las especies de México, y los géneros mejor representados son *Polistes*, *Zethus* y *Omicron* (figuras 8-9), junto con una especie muy común *Polybia diguetana* du Buysson (figura 10). En Veracruz existen

15 localidades tipo de especies descritas en esta familia, y al menos 20 especies sólo se conocen de este estado del país. Por su parte, la familia Pompilidae está representada por 50 especies en 19 géneros, que representan el 28 % de las especies de México, entre las que destacan los géneros *Anoplius* y *Psorthaspis* (figuras 6-7). En el caso de Mutilidae, se requiere una revisión de las especies de Veracruz, debido a que es el segundo grupo de mayor riqueza en México, sin embargo, sólo se registran tres especies presentes en la colecciones AMNH, CAS y UCB (figuras 4-5).

Los registros de especies están basados en los catálogos de Evans (1966), Krombein (1979), Nonveiller (1990), Rodríguez (1996) y Carpenter (1996, 2006). La familia Formicidae es excluida de la lista debido a que es tratada por separado en la presente obra, además de los tífidos que únicamente presentan un par de especies registradas.



FIGURA 5. *Timula asperata* (Foto: Alejandro González-Hdez.).



FIGURA 6. *Anoplius americanus ambiguus* (Foto: Alejandro González-Hdez.).



FIGURA 4. *Hoplognatha robinsoni* (Foto: Alejandro González-Hdez.).



FIGURA 7. *Psorthaspis macronotum* (Foto: Alejandro González-Hdez.).

FIGURA 8. *Polistes stabilinus* (Foto: Alejandro González-Hdez.).FIGURA 9. *Zethus westwoodi* (Foto: Alejandro González-Hdez.).FIGURA 10. *Polybia diguetana* (Foto: Alejandro González-Hdez.).

SUPERFAMILIA APOIDEA (SERIE SPHECIFORMES)

Descripción

La clasificación de Apoidea, serie Spheciformes, es controversial puesto que algunos autores la consideran una sola familia (Bohart y Menke, 1976), mientras que otros han sugerido la existencia de nueve familias (Finnamore, 1993). En el presente estudio se sigue la clasificación de Pulawski (2005), quien considera solamente las familias Ampulicidae, Crabronidae y Sphecidae.

Ampulicidae

Se caracterizan por su cuerpo verde metálico y llegan a medir hasta 33 mm de longitud; hembras con el ala anterior provista de celdas cerradas, mientras que el ala posterior con un lóbulo jugal pequeño o ausente; uñas tarsales dentadas o divididas a lo largo del margen interno; mesotibia con dos espinas apicales; metasoma sésil o con peciolo compuesto de tergum y esternum.

Crabronidae

Se reconocen por presentar el labrum transversal más ancho que largo; mesotibia con una espina apical; ala anterior con una a tres celdas submarginales, o sin ellas; ala posterior con la vena M casi siempre divergente después de la cu-a; mesosoma sin carina escutal oblicua.

Sphecidae

Estas avispas son también conocidas como avispas cavadoras o avispas de arena. Se caracterizan por presentar el ala anterior con tres celdas submarginales; mesotibia usualmente con dos espinas apicales, pero ocasionalmente con una sola; uñas tarsales dentadas en algunas ocasiones a lo largo del margen

interno; ala posterior con un lóbulo jugal extendido a más de la mitad del área anal; esternum 1 formando un pecíolo cilíndrico (Finnamore, 1993).

Biología

Las avispas esfecoides son en su mayoría cazadoras (excepto algunas especies cleptoparásitas), y después de capturar una presa la colocan en el nido con los huevecillos de la avispa. Los miembros de grupos de avispas más primitivas tienden a depredar insectos hemimetábolos, mientras que otros grupos de avispas más avanzadas depredan insectos holometábolos. Por su parte, los ampulícidos son depredadores sobre Blattodea, mientras que los crabroninos son depredadores sobre dípteros.

Diversidad

Respecto a la riqueza de especies en los spheciformes, la familia Crabronidae constituye la más diversa en el mundo, integrada por cerca de 3 400 especies; la familia Sphecidae de distribución cosmopolita con 660 especies, y la familia Ampulicidae que posee principalmente una distribución tropical representada por 167 especies.

Pulawski (2005) registró un total de 439 especies en 75 géneros. Los Ampulicidae representados por tres especies en México, pero sólo una de ellas ocurre en Veracruz; los Crabronidae con 372 especies para México, de las cuales 67 se encuentran en Veracruz, equivalentes al 17.7 % de las especies mexicanas; mientras que los Sphecidae representados en México por 64 especies, sólo 10 de ellas ocurren en Veracruz equivalentes al 16 %. Los géneros con mayor número de especies son *Cerceris* y *Trypoxylon* (figuras 11-12). Cabe destacar que al menos 32 localidades tipo se conocen para Veracruz, principalmente de las regiones de Orizaba y Córdoba.



FIGURA 11. *Cerceris dilatata* (Foto: Alejandro González-Hdez.).



FIGURA 12. *Trypoxylum spinosum* (Foto: Alejandro González-Hdez.).

AGRADECIMIENTOS. A la Conabio por el apoyo al proyecto DE019. A los curadores y responsables de colecciones quienes proporcionaron asesoría en la obtención de registros: Dr. W.J. Pulawski (CAS), Dr. J.K. Liebherr (CUIC), Dr. Cheryl Barr (UCB) y Dr. L.S. Kimsey (UCD).

LITERATURA CITADA

- BARRERA, J.F., P.S. Baker, A. Schwarz y J. Valenzuela, 1990, Introducción de dos especies de parasitoides africanos a México para el control biológico de la broca del cafeto *Hypothenemus hampei* (Ferr.) (Coleoptera: Scolytidae), *Folia Entomológica Mexicana* 79: 245-247.
- BELLOTTI, A.C. y B. Arias, 1977, Biology, ecology and biological control of the cassava hornworm (*Erinnyis ello*), Proceedings of the Cassava protection workshop, Cali, Colombia, pp. 227-232.
- BOHART, R.M. y A.S. Menke, 1976, *Sphecid wasps of the world, a generic revision*, University of California Press, Berkeley, California, EUA, 695 pp.
- BORROR D.J., C.A. Triplehorn y N.F. Johnson, 1989, *An introduction to the study of insects*, 6th. Ed., Saunders, Philadelphia, 875 pp.
- BROTHERS, D.J. y A. Finnamore, 1993, Superfamily Vespoidea, en H. Goulet y J.T. Huber (eds.), *Hymenoptera of the world: an identification guide to families*, Agriculture of Canada, Publ.1894, pp. 161-278.
- CAMERON, P. 1899-1899, Fam. Mutillidae, en *Biologia Centrali-Americana*, Insecta. Hymenoptera (Fossores), vol. II, pp. 259-395, 404.
- , 1888-1900, *Biologia Centrali-Americana*, Insecta. Hymenoptera (Fossores), vol. II, Londres, pp. 1-413, lams. I-XIV.
- CARPENTER, J.M., 1996, Distributional checklist of species of the genus *Polistes* (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae, Polistini), *American Museum novitates* 3188: 39 pp.
- , 2004, *Ancistroceroides* de Saussure, a potter wasp genus new for the United States, with a new key to the genera of Eumeninae of America north of Mexico (Hymenoptera: Vespidae), *Journal of the Kansas Entomological Society* 77(4): 721-741.
- CARPENTER, J.M. y J. Kojima, 1997, Checklist of the species in the subfamily Vespinae (Insecta: Hymenoptera: Vespidae), *Natural History Bulletin of Ibaraki University* 1: 51-92.
- EVANS, H.E., 1966, A revision of the mexican and Central American spider wasps of the subfamily Pompilinae (Hymenoptera: Pompilidae), *Memoirs of the American Entomological Society* 20: 1-442.
- FINNAMORE, A., 1993, Series Spheciformes, en H. Goulet y J.T. Huber (eds.), *Hymenoptera of the world: an identification guide to families*, Agriculture of Canada, Publ.1894, pp. 280-306.
- FINNAMORE, A. y D.J. Brothers, 1993, Superfamily Chrysidoidea, en H. Goulet y J.T. Huber (eds.), *Hymenoptera of the world: an identification guide to families*, Agriculture of Canada, Publ.1894, pp. 130-160.
- GORDH, G. y L. Moczar, 1990, A catalog of the world Bethyidae (Hymenoptera: Aculeata), *Memoirs of the American Entomological Institute* 46: 1-364.
- GOULET, H. y J.T. Huber, 1993, *Hymenoptera of the world: an identification guide to families*, Agriculture of Canada, Publ.1894, 668 pp.
- HANSON, P.E. y I.D. Gauld, 1995, *The Hymenoptera of Costa Rica*, Oxford University Press, Oxford, Inglaterra, 24 pp.
- KIMSEY, L.S. y R.M. Bohart, 1981, A synopsis of the chrysidid genera of Neotropical America (Chrysidoidea, Hymenoptera), *Psyche* 87: 75-91.
- KIMSEY, L.S. y R.M. Bohart, 1990, *The chrysidid wasps of the world*, Oxford University Press, Oxford, Inglaterra, 652 pp.
- KROMBEIN, K.V., 1979a, Superfamily Bethyloidea, en K.V. Krombein, P.D. Hurd Jr., D.R. Smith, y B.D. Burks (eds.), *Catalog of Hymenoptera in America North of Mexico*, vol. 2. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., EUA, pp. 1203-1251.
- , 1979b, Superfamily Pompiloidea, en K.V. Krombein, P.D. Hurd Jr., D.R. Smith, y B.D. Burks (eds.), *Catalog of Hymenoptera in America North of Mexico*, vol. 2. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., EUA, pp. 1523-1572.
- LASALLE, J. e I.D. Gauld, 1993, *Hymenoptera and Biodiversity*, CAB International, 348 pp.
- LEGNER, E.F. y G. Gordh, 1992, Lower navel orange-worm (Lepidoptera: Phycitiidae), population densi-

- ties following establishment of *Goniozus legneri* (Hymenoptera: Bethyridae) in California, *Journal of Economic Entomology* 85: 2153-2160.
- NONVEILLER, G., 1990, *Catalogue of the Mutillidae, Myrmosidae, and Bradynobaenidae of the Neotropical Region including Mexico*, Hymenopterorum catalogus (Nova Editio), Pars 18, SPB, The Hague, The Netherlands, 150 pp.
- OLMI, M., 1984, A revisión of the Dryinidae (Hymenoptera), *Memories of the American Entomological Institute* 37(1): 1-946.
- PULAWSKI, W., 2005, Catalog of Sphecidae *sensu lato* (= Apoidea excluding Apidae), (http://www.calacademy.org/research/Entomology_Resources/Hymenoptera/sphecidae/genera_and_species_PDF/introduction.htm).
- RODRÍGUEZ-PALAFOX, A., 1996, Vespidae (Hymenoptera), en J. Llorente-Bousquets, A. García Aldrete y E. González Soriano (eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*, UNAM, México, pp. 465-482.
- TOWNES, H.K., 1957, Nearctic wasps of the subfamilies Pepsinae and Ceropalinae, *Bulletin of the United States National Museum* 209: 1-272.

Hormigas

(Insecta: Hymenoptera: Formicidae)



Patricia Rojas Fernández

INTRODUCCIÓN

El primer listado de hormigas de México (Rojas, 1996) contiene los nombres de las especies registradas en la literatura publicada hasta ese entonces y, de acuerdo con el número de especies registradas a nivel estatal, Veracruz ocupa el primer lugar. Con otros grupos de animales este patrón se repite, como lo muestra el análisis de la distribución de 47 grupos de artrópodos en México, en donde Cordero y Llorente (2000) encontraron que el estado de Veracruz contiene el mayor número de especies. Algunos autores han afirmado que probablemente estos datos están influenciados por el desigual nivel de conocimiento de la biota en las distintas áreas de nuestro país, siendo Veracruz el estado más estudiado en cuanto a su flora y su fauna (*e.g.*, Guevara-Chumacero *et al.*, 2001). Es probable que así sea, sin embargo, es incuestionable el hecho de que las condiciones climáticas, de vegetación y orográficas de Veracruz, lo hacen un estado idóneo para albergar una de las biotas más ricas de nuestro país.

En el caso de las hormigas, este patrón probablemente se mantendrá así hasta que otros estados muy ricos en especies, como Oaxaca o Chiapas sean mejor estudiados. En este trabajo se presenta un panorama general de la diversidad de hormigas en Veracruz y el listado de las especies que hasta el momento se han registrado en alguna localidad del estado. Desde luego, una lista de la fauna de un grupo megadiverso, como lo es el de las hormigas, irá creciendo en la medida en que se exploren nuevas localidades y se avance en el análisis de las especies ya colectadas pero aún en etapa de estudio.

Las fuentes de información más importantes para la recopilación de los registros de especies de Veracruz, fueron la colección de Formicidae (Departamento de Biología de Suelos, INECOL), con más de 20 000 ejemplares procedentes de ese estado; el catálogo de hormigas de la región Neotropical (Kempff, 1972), así como la actualización al mismo por Brandao (1991); además de estudios faunísticos locales o regionales, revisiones taxonómicas, y estudios ecológicos que incluyen especies

referidas para Veracruz. De igual forma se consultaron las páginas electrónicas institucionales: Type Database of Museum of Comparative Zoology (MCZ), Harvard; W.P. MacKay, Laboratory for Environmental Biology, University of Texas at El Paso; Antbase of the American Museum of Natural History; AntWeb, California Academy of Sciences; Pag. J.T. Longino, The Evergreen State College, Washington. Con la información reunida se alimentó una base de datos que se encuentra vinculada con el catálogo de la colección referida. La revisión de los sinónimos genéricos y específicos se hizo con base en el catálogo de Bolton *et al.* (1995).

DESCRIPCIÓN

Las hormigas pertenecen a la familia Formicidae y están emparentadas con las avispa, los abejorros, las abejas y otros grupos similares, que juntos forman el Orden Hymenoptera, uno de los más diversos entre los insectos. Las hormigas son insectos sociales que viven en colonias permanentes que tienen, según la especie, desde una decena de individuos viviendo en una simple oquedad en una rama (Wilson, 1959), hasta varios millones de obreras que conviven en nidos complejos con numerosas cámaras y túneles (Higashi y Yamahuchi, 1979).

La familia Formicidae se ubica en la superfamilia Vespoidea, que se considera constituye un grupo monofilético (Brothers y Carpenter, 1993). Las clasificaciones más recientes dividen a los Formicidae en 373 géneros (Agosti y Johnson, 2003), agrupados en 21 subfamilias de acuerdo con el criterio de Bolton (2003).

La taxonomía se basa principalmente en la morfología de la casta obrera y solamente en algunos géneros es indispensable capturar a las reinas. Las características morfológicas distintivas de este grupo son: 1) antenas geniculadas (dobladitas en ángulo); 2) mesosoma (tórax + un segmento del abdomen) y el gáster (segmentos abdominales 3-7 o 4-7), unidos

por un pedicelo abdominal de uno o dos segmentos; y 3) glándula metapleuraleal, que produce ácido fenil-acético cuya función es controlar las poblaciones de hongos y bacterias dentro del nido (Maschwitz *et al.*, 1970). La mayoría de las especies tiene un aguijón asociado a una glándula de veneno con el que paralizan a sus presas o a sus enemigos.

BIOLOGÍA

Las colonias de hormigas están formadas por: 1) una reina (o varias, según la especie y otros factores), que es una hembra alada, generalmente grande y con los ovarios desarrollados para la puesta de huevos; 2) las obreras, que también son hembras pero estériles y sin alas, encargadas de todo el trabajo de la colonia, y 3) los machos cuya única función es fecundar a las reinas vírgenes que nacen en otras colonias. Los soldados, constituyen otra casta presente en muchas especies, cuya función es defender el nido y las columnas de forrajeras (Bourke y Franks, 1995). La reina vive generalmente varios años, mientras que las obreras solamente unos meses (Holldobler y Wilson, 1990). La organización y el funcionamiento de la colonia son posibles gracias a su sistema de comunicación, basado principalmente en señales químicas. Diversas sustancias que envían mensajes distintos, son repartidas a toda la colonia a través del intercambio de alimento líquido de boca a boca, y del acicalamiento mutuo.

Ciclo de vida

De acuerdo con Oster y Wilson (1978), las colonias pasan generalmente por tres estadios en su ciclo de vida.

1) Estadio de fundación: la reina virgen sale al llamado “vuelo nupcial” y se aparea con uno o varios machos (según la especie de que se trate). Después del apareamiento los machos mueren. Una vez fecundada, la reina se quita las alas y

busca un sitio adecuado para anidar. La reina cuida y alimenta ella misma a la primera generación de obreras que, generalmente, son de tamaño muy pequeño. Una vez que las obreras llegan a la edad adulta se encargan de conseguir alimento, cuidar a la reina y agrandar el nido; la reina puede entonces dedicarse por completo a poner huevos.

- 2) Estadio ergonómico: en esta etapa crece la población de obreras, su talla promedio, y en algunos casos, se desarrollan los soldados. Esta fase va acompañada del crecimiento del propio nido, ya que las obreras construyen nuevas cámaras y túneles.
- 3) Estadio reproductivo: al cabo de meses o años (según la especie) la colonia empieza a producir nuevas reinas y machos que saldrán a aparearse durante el vuelo nupcial y darán origen a nuevas colonias.

DIVERSIDAD

Las hormigas son de distribución cosmopolita, y solamente la Antártida, Islandia, Groenlandia y las islas del Pacífico Central carecen de especies nativas (Holldobler y Wilson, 1990). A nivel mundial, Bolton (1994) reconoce ocho regiones zoogeográficas que albergan faunas de hormigas características con una gran cantidad de endemismos a nivel genérico (Bolton, 1995b). Al ser animales termófilos (prefieren sitios calurosos), las hormigas son poco diversas y abundantes en sitios fríos y templados y muy diversas y abundantes en las zonas cálidas (Brown, 1973).

La cifra más actualizada del número de especies de hormigas conocidas en el mundo asciende a 12 mil 583 especies (Antbase, AMNH, 2009) y continuamente se siguen descubriendo especies nuevas, principalmente de las zonas tropicales húmedas de nuestro planeta. De acuerdo con Agosti y Johnson (2003) las tendencias actuales en la tasa de descrip-

ción de especies a nivel mundial, predicen que se alcanzará un total de 22 mil especies, lo que significa que sólo conocemos la mitad. Estos autores calculan que si los taxónomos de hormigas continúan trabajando al mismo ritmo que hasta ahora, para el año 2060 se conocerán todas las especies que hay en la Tierra. La mayor diversidad de especies se concentra en 24 géneros, con más de 100 especies cada uno, que comprenden el 60 % del total de especies en el mundo. Entre estos géneros, los más diversos son *Camponotus* con más de 1 500 especies y *Pheidole* con poco más de 1 100 (Bolton *et al.*, 2006).

A escala global, como en muchos grupos animales, la diversidad de hormigas disminuye de forma continua siguiendo dos gradientes: *i*) el latitudinal que va de los trópicos a las tierras templadas, y *ii*) el altitudinal que va de las tierras bajas a las grandes altitudes (Kusnezov, 1957; Fisher, 1996). Las hormigas son escasas en los bosques de coníferas y en los bosques tropicales muy densos que se encuentran por arriba de los 2 500 msnm. Por el contrario, son diversas y abundantes en los bosques tropicales y subtropicales de baja altitud y en los desiertos cálidos de todo el mundo (Brown, 1973). El factor más importante que limita su distribución es la temperatura, que a nivel microclimático está ligada al grado de insolación del suelo, ya que una baja temperatura y mucha humedad en el suelo a lo largo del año pueden impedir el forrajeo eficiente y el desarrollo de las larvas (Southerland, 1988; Bruhl *et al.*, 1999).

A escala regional, la región Neotropical es la más rica en especies de hormigas, con más del 50 % de sus géneros endémicos (Bolton, 1995b). La cifra publicada más reciente es la de Fernández (2003), quien afirma que en la región neotropical (incluyendo México) viven 3 100 especies. Con fines comparativos, consideremos la diversidad de toda la región Neártica (los territorios de Canadá y Estados Unidos juntos), que consiste en menos de 600 especies (Bolton, 1994).

A escala local, en algunos sitios la diversidad de hormigas puede ser enorme: en Borneo se encuen-

tra el lugar más rico en especies del mundo, con 524 especies en seis hectáreas de selva tropical (Bruhl *et al.*, 1998). Una riqueza semejante se encuentra en la Amazonia peruana con casi 500 especies (Verhaagh, 1990). También algunos agroecosistemas, sobre todo los que tienen un estrato arbóreo, albergan muchas especies, como el cacao tal estudiado por Delabie y Fowler (1990) en Brasil, en donde encontraron 225 especies en sólo una hectárea de cultivo.

Diversidad en México

Se ha estimado que la diversidad de hormigas en México se acercará al millar de especies (Rojas, 1996), sin embargo, aún estamos lejos de tener un inventario medianamente completo de este grupo a nivel nacional. Además de que faltan extensas zonas por explorar, es necesario utilizar la metodología adecuada para la captura eficiente de las especies, principalmente de las que viven en la hojarasca y en las copas de los árboles. No obstante, se han hecho algunos esfuerzos por recopilar la información que existe y elaborar listas preliminares de la formico-fauna de México.

Rojas (1996) presentó una lista preliminar de las especies del país que incluye 501 especies registradas en la literatura, sin embargo, contiene numerosos sinónimos que en ese momento no fue posible eliminar, por lo que es necesario ponerla al día incluyendo además las especies registradas posteriormente. Existe una docena de estudios sobre hormigas de México aparecidos con posterioridad a esa fecha, como son los de Quiroz y Valenzuela (1995, 2003), Rojas y Cartas (1997), Flores Maldonado *et al.* (1999), Rojas y Fragoso (2000), Rojas (2001), García *et al.* (2003), Castillo (2003), entre otros, con los que podemos avanzar en la puesta al día del inventario nacional de hormigas. En el recuento de especies de hormigas que anidan en el suelo publicado por Rojas (2001), se incluyen 407 especies,

indicando los registros a nivel estatal y con una estimación del número de especies en distintos tipos de vegetación, con base en estudios previos de varios autores.

Diversidad en Veracruz

La fauna de hormigas de Veracruz comprende 353 especies agrupadas en 80 géneros, y en ella están representadas las 12 subfamilias que viven en México (apéndice VIII.36). La subfamilia Myrmicinae es la más diversa, con el 4 % del total, patrón general que se observa en la mayor parte de México. Las otras dos subfamilias más ricas son Formicinae y Ponerinae con 17 y 12.5 % del total de especies, respectivamente. En las localidades boscosas de altitud media o baja, la dominancia de Myrmicinae y Ponerinae se mantiene, mientras que en las zonas por arriba de los 2 000 msnm, es frecuente que la presencia de Formicinae se incremente. Los géneros con mayor número de especies son: *Camponotus* (35 especies), *Pheidole* (24), *Pseudomyrmex* (21) y *Neivamyrmex* (18) (apéndice VIII.36).



FIGURA 1. *Camponotus hirsutinasus* Wheeler, La Mancha (Foto: Patricia Rojas).



FIGURA 2. *Eciton burchelli parvispinum* (Westwood) (soldado), Los Tuxtlas (Foto: Patricia Rojas).



FIGURA 3. *Pachycondyla ferruginea* (F. Smith), Los Tuxtlas (Foto: Patricia Rojas).

DISTRIBUCIÓN EN VERACRUZ

La temperatura es la variable más significativa para los cambios en la riqueza de especies de hormigas, por lo que un análisis completo de su influencia en la distribución de las especies, incluiría la ubicación de las localidades de colecta de cada especie considerando las isolíneas de temperaturas (media, máxima y mínima). Sin embargo, debido al conocimiento todavía incompleto del grupo en Veracruz, y de acuerdo con los objetivos de este trabajo, provisio-



FIGURA 4. *Cephalotes umbraculatus* (Fabricius), La Mancha (Foto: Patricia Rojas).

nalmente, se ha agrupado a la fauna en tres grupos, de acuerdo con la altitud y el tipo de vegetación en donde ocurren.

Especies de baja altitud

De 0 a 800 msnm, aproximadamente, selvas altas, bajas y medianas, matorrales y pastizales. Todas estas especies viven en la Planicie del Golfo y en las partes bajas de la Sierra de Los Tuxtlas y representan casi el 68 % de la fauna. A nivel genérico este grupo está formado principalmente por elementos de origen meso y sudamericano.

Especies de altitud media

De 800 a 1 500 msnm, aproximadamente, bosque mesófilo de montaña. En este grupo están las especies de diversas localidades del centro del estado pertenecientes al Eje Neovolcánico Transverso y las que viven en los volcanes Santa Marta, San Martín Pajapan y San Martín Tuxtla por arriba de los 1 000 m. Representan solamente el 6 % de la fauna del estado, sin embargo, tenemos aún muchas muestras sin procesar de esas localidades. Esta fauna está formada por géneros cosmopolitas y de amplia distribución en el mundo, lo que habla de su gran tolerancia a distintos ambientes. No obstante esto, el bosque mesófilo tiene un grupo de especies que lo caracteriza y que está formado por géneros cuyas especies se concentran en este intervalo altitudinal a lo largo de su área de distribución, incluyendo a México. Tal es el caso de *Adelomyrmex* y *Stenamma*.

Un hecho que llama la atención es que de los 16 géneros representados en este grupo, únicamente dos (*Belonopelta* y *Typhlomyrmex*) son exclusivamente neotropicales y solamente uno (*Myrmecocystus*) exclusivamente neártico.

Especies de gran altitud

De 1 500 a 3 000 msnm o más, bosques de encino y de pino. Las especies incluidas en este grupo provienen de varias localidades en el Cofre de Perote y sus alrededores. Contiene pocas especies (algo más del 3 % del total del estado) y presenta únicamente géneros neárticos como *Acanthomyops* y holárticos como *Formica* y *Myrmica*.

El restante 12 % de las especies de Veracruz se encuentra en los dos, tanto en el grupo 1 como en el grupo 2, lo que muy probablemente se debe a dos factores: i) la división arbitraria en tres pisos altitudinales de lo que necesariamente es un gradiente continuo de condiciones climáticas y de vegetación,

y ii) la mayor tolerancia ecológica de las especies. Sirva de justificación la necesidad de establecer condiciones contrastantes para realizar este análisis preliminar.

IMPORTANCIA ECOLÓGICA

Las hormigas ocupan prácticamente todos los ambientes terrestres, desde el subsuelo hasta las copas de los árboles. Sin embargo, la mayoría de las especies vive en nidos subterráneos, en la hojarasca o en la madera en descomposición depositada en el suelo. En los ecosistemas en donde viven, desempeñan un papel muy importante como depredadoras de insectos, herbívoras, detritívoras, granívoras, además de establecer gran cantidad de relaciones simbióticas con otros organismos (Holldobler y Wilson, 1990). Participan también en los procesos físicos y químicos del suelo tales como la infiltración del agua, la erosión, la descomposición de la materia orgánica y el reciclado de nutrientes (Lobry de Bruyn y Conacher, 1990; Rojas, 2003).

Se ha demostrado que dentro de los hormigueros, el suelo contiene cantidades significativamente mayores de nutrientes para las plantas, como N, Ca, Mg, P, K, Zn, Fe y Mn, con valores hasta 50 % más elevados que en el suelo no “trabajado” por las hormigas (Beattie y Culver, 1983; Horvitz y Schemske, 1986). Por su parte, las hormigas granívoras influyen en la estructura de las comunidades vegetales al consumir semillas de determinadas especies de plantas que son sus preferidas. Al hacer esto, afectan la supervivencia y abundancia de esas plantas (Rissing, 1986).

Otro gremio muy importante es el de las depredadoras, ya que controlan las poblaciones de artrópodos que viven en el suelo y en la hojarasca. Mención especial merecen las especies de selvas tropicales conocidas como “legionarias”, “marabunta” o “barrenderas”, que tienen colonias muy grandes y

cazan a sus presas en grupo. Se ha calculado que una colonia de *Eciton hamatum*, con alrededor de 150 000 obreras, puede capturar más de 90 000 presas en un solo día (Rettenmeyer *et al.*, 1983). Por último, mencionaremos que algunas especies son plagas importantes de cultivos anuales o de árboles frutales, principalmente las hormigas cortadoras de hojas del género *Atta* y la generalista *Solenopsis geminata*, que atiende áfidos plaga y es casi omnipresente en los cultivos anuales de los trópicos de América.

La importancia ecológica de las hormigas resalta al considerar que son animales muy abundantes. Wilson (1971) calculó que en cualquier momento hay por lo menos 19^{15} (19 mil millones de millones) de hormigas vivas sobre la Tierra, mientras que Fittkau y Klinge (1973) estimaron que en la Amazonia brasileña viven más de 8 millones de hormigas por hectárea de suelo.

AGRADECIMIENTOS. A todas las personas que a lo largo de los años me han ayudado en la colecta de hormigas de Veracruz; principalmente a Carlos Fragoso, Gael Solano, Aldo Solano, Antonio Angeles, Araceli Cartas, Mayeli Castillo, Griselda Camacho, Josefina Velásquez, Fabrizio Capistrán, Daniel Palacios, Lizbeth Hernández, José Amador, Julián Bueno, José Cinco Patrón, José Antonio García, María Luisa Castillo, Pedro Reyes y Carlo Sormani. A José Amador, Lizbeth Hernández y Antonio Angeles por su ayuda en la captura de los registros de la base de datos. Al proyecto "Conservation and Sustainable Management of Below-Ground Biodiversity" (TSBF/PNUMA/GEF) por el apoyo en parte del trabajo de campo. Especialmente al doctor W.P. MacKay de la Universidad de Texas por su ayuda en la identificación de muchas especies. Este estudio forma parte de las investigaciones de la línea "Ecología, taxonomía y manejo de la macrofauna edáfica", del Instituto de Ecología, A.C.

LITERATURA CITADA

- AGOSTI, D. y N.F. Johnson, 2003, La nueva taxonomía de hormigas, en F. Fernández, (ed.), *Introducción a las hormigas de las región Neotropical*, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia, pp. 45-48.
- BEATTIE y Culver, 1983, The nest chemistry of two seed-dispersing ant species, *Oecologia* 56: 99-103.
- BOLTON, B., 1979, The ant tribe Tetramoriini (Hymenoptera: Formicidae). The genus *Tetramorium* Mayr in the Malagasy region and in the New World, *Bulletin of the British Museum (Natural History) Entomology* 38: 129-181. (2)
- , 1994, *Identification guide to the ant genera of the world*, Harvard University Press, Cambridge, 222 pp.
- , 1995a, *A New General Catalogue of the Ants of the World*, Harvard University Press, Cambridge, 504 pp.
- , 1995b, A taxonomic and zoogeographical census of the extant ant taxa (Hymenoptera: Formicidae), *Journal of Natural History* 29:1037-1056.
- , 2000, The ant tribe Dacetini, with a revision of the *Strumigenys* species of the Malagasy Region by Brian L. Fisher, and a revision of the Austral epopotrumiform genera by Steven O. Shattuck. *Memoirs of the American Entomological Institute* 65:1-1028. (14)
- , 2003, Synopsis and classification of Formicidae, *Memoirs of the American Entomological Institute* 71:1-370.
- BOURKE, A.F.G. y N.R. Franks, 1995, *Social evolution in ants*, Princeton University Press, New Jersey, 529 pp.
- BRANDAO, C.R., 1991, Adendos ao catálogo abreviado das formigas da região Neotropical (Hymenoptera: Formicidae), *Revista Brasileira de Entomologia* 35: 319-412. (3)
- BROTHERS, D.J. y J.M. Carpenter, 1993, Phylogeny of Aculeata: Chrysidoidea and Vespoidea (Hymenoptera), *Journal of Hymenoptera Research* 2(1):227-304.
- BROWN, W.L., 1973, A comparison of the Hylean and Congo-West African rain forest ant faunas, en B.J.

- Meggers, E.S. Ayensu y W.D. Duckworth (eds.), *Tropical forest Ecosystems in Africa and South America: A comparative review*, Smithsonian Institution Press, Washington, pp. 161-185.
- BRUHL, C., G. Günsalam y E. Linsenmair, 1998, Stratification of ants (Hymenoptera, Formicidae) in a primary rain forest in Sabah, Borneo, *Journal of Tropical Ecology* 14:285-297.
- BRUHL, C., Mohamed, M. y K.E. Linsenmair, 1999, Altitudinal distribution of leaf litter ants along a transect in primary forests on Mount Kinabalu, Sabah, Malaysia, *Journal of Tropical Ecology* 15: 265-277.
- CASTILLO, C.M., 2004, *Diversidad de hormigas del suelo (Hymenoptera: Formicidae) en cafetales con distinto manejo en el centro de Veracruz, México*, tesis de licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, 65 pp.
- CORDERO, C. y J. Llorente, 2000, Los Arthropoda de México: algunas comparaciones, en J. Llorente, E. González y N. Papavero (eds.), *Biodiversidad de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*, vol II, UNAM/Conabio, pp. 95-101
- DELABIE, J.H.C. y H.G. Fowler, 1990, Cryptic species assemblages in tropical and temperate latitudes, en G.K. Veeresh, B. Mallik y C.A. Viraktamath (eds.), *Social insects and the environment*, Oxford & IBH Publishing Co. New Delhi, India, pp. 695-696
- FERNÁNDEZ, F., 2003, Sinopsis de las hormigas de la región neotropical, en F. Fernández, (ed.), *Introducción a las hormigas de las región neotropical*, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia, pp. 49-64.
- FISHER, B.L., 1996, Ant diversity patterns along an elevational gradient in the Réserve Naturelle Intégrale d'Andringitra, Madagascar, *Fieldiana Zoology*, nueva serie, Museum of Natural History, Chicago 85: 93-108.
- FITTKAU, E.J. y H. Klinge, 1973, On biomass and trophic structure of the central amazonian rain forest ecosystem, *Biotropica* 5(1): 1-14.
- FLORES-MALDONADO, K.Y., S.A. Phillips y G. Sánchez-Ramos, 1999, The myrmecofauna (Hymenoptera: Formicidae) along an altitudinal gradient in the Sierra Madre Oriental of Northeastern Mexico, *Southwestern Naturalist* 44: 457-461.
- GARCÍA, D., R. Jones, W.P. MacKay y P. Rojas, 2003, Diversity and habitat associations of ants (Insecta: Hymenoptera: Formicidae) of El Edén Ecological Reserve, en Gómez-Pompa, M.F. Allen, S.L. Fedick y J.J. Jiménez-Osornio (eds.), *The lowland maya area: Three millenia at the human-wildland interface*, The Haworth Press Inc. Nueva York, pp. 293-304
- GUEVARA-CHUMACERO, L.M., R. López-Wilchis y V. Sánchez-Cordero, 2001, 105 años de investigación mastozoológica en México (1890-1995): una revisión de sus enfoques y tendencias, *Folia Entomológica Mexicana* 83: 35-72.
- HIGASHI, S. y K. Yamauchi, 1979, Influence of a super-colonial ant *Formica* (*Formica*) *yessensis* on the distribution of other ants in Ishikar Coast, *Japanese Journal of Ecology* 29(3):257-264.
- HOLDOBLER, B. y E.O. Wilson, 1990, *The Ants*, The Belknap Press of Harvard University Press, 732 pp.
- HORVITZ, C.C. y D.W. Schemske, 1986, Ant-nest soil and seedling growth in a Neotropical ant-dispersed herb, *Oecologia* 70(2):318-320.
- KEMPF, W.W., 1972, Catálogo abreviado das formigas da regio neotropical (Hymenoptera: Formicidae), *Studia Entomologica*, nueva serie, 15(1-4): 2-345. (4)
- KUSNEZOV, N., 1957, Numbers of species of ants in faunas of different latitudes, *Evolution* 11(3):298-299.
- LOBRY DE BRUYN, L. A., y A. J. Conacher, 1990, The role of termites and ants in soil modification: a review, *Australian Journal of Soil Research* 28: 55-93.
- MACKY, W.P., s.f., *Revisión del género Camponotus en América*, documento no publicado. (5)
- MASCHWITZ, U., K. Koob y H. Schildknecht, 1970, Ein Beitrag zur Funktion der Metathoracaldrüse der Ameisen, *Journal of Insect Physiology* 16(2):387-404.
- OSTER, G.F. y E.O. Wilson, 1978, *Caste and ecology of the social insects*, Princeton University Press, New Jersey, 352 pp.
- QUIROZ, L.N., 2003, Primer registro del género *Cylindromyrmex* (Mayr) (Hymenoptera: Formicidae:

- Cerapachyinae) para México, *Folia Entomológica Mexicana* 42(2): 295-296. (5bis)
- QUIROZ, L.N. y J. Valenzuela, 1995, A comparison of ground ant communities in a tropical rainforest and adjacent grassland in Los Tuxtlas, Veracruz, México, *Southwestern Entomologist* 20(2): 203-213. (6)
- , 2003, Las hormigas ponerinas y cerapaquinas (Formicidae: Ponerinae y Cerapachyinae) de la Estación de Biología Tropical 'Los Tuxtlas', Veracruz, México, *Folia Entomológica Mexicana* 42(3): 381-395. (7)
- RETTENMEYER, C.W., R. Chadab-Crepet, M.G. Naumann y L. Morales, 1983, Comparative foraging by Neotropical army ants, en P. Jaisson, (ed.), *Social Insects in the Tropics*, vol. 2, Université Paris-Nord, París, pp. 59-73.
- RISSING, S.W., 1986, Indirect effects of granivory by harvester ants: plant species composition and reproductive increase near ant nests, *Oecologia* 68(2): 231-234.
- ROJAS, P., 1996, Formicidae, en J. Llorente, A.N. García-Aldrete y E. González (eds.), *Biodiversidad de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*. UNAM/Conabio, pp. 483-500.
- , 2001, Las hormigas del suelo en México: diversidad, distribución e importancia (Hymenoptera: Formicidae), *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie), Número especial 1: 189-238.
- , 2003, El papel de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en la dinámica edáfica, en J. Alvarez y E. Naranjo (eds.), *Ecología del suelo en la selva tropical húmeda de México*, Instituto de Ecología/IBUNAM/Facultad de Ciencias, UNAM, México. pp. 197-216.
- ROJAS, P. y A. Cartas, 1997, Ecitoninae (Hym. Formicidae), en E. González, R. Dirzo y R. Vogt, (eds.), *Historia natural de Los Tuxtlas*, UNAM/Conabio, pp. 349-353.
- ROJAS, P. y C. Fragoso, 2000, Composition, diversity, and distribution of a Chihuahuan Desert ant community (Mapimí, México), *Journal of Arid Environments* 44: 213-227.
- SMITH, M.R., 1963, Notes on the leaf cutting ants, *Atta* spp., of the United States and Mexico (Hymenoptera: Formicidae), *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 65(4): 299-302. (8)
- SMITH, D.R., 1979, Superfamily Formicoidea, Family Formicidae, en K.V. Krombein, P.D. Hurd, D.R. Smith y B.D. Burks (eds.), *Catalog of Hymenoptera in America North of México*, vol. 2: 1323-1467. (9)
- SNELLING, R.R. y S.P. Cover, 1992, Description of a new *Proceratium* from Mexico (Hymenoptera: Formicidae), *Psyche* 99:49-53. (10)
- SOUTHERLAND, M.T., 1988, The effects of temperature and food on the growth of laboratory colonies of *Aphaenogaster rudis* Emery (Hymenoptera: Formicidae), *Insectes Sociaux* 35: 304-309.
- VERHAAGH, M., 1990, The Formicidae of the rain forest in Panguana, Peru: the most diverse local ant fauna ever recorded, en G.K. Veeresh, B. Mallik y C.A. Viraktamath (eds.), *Social Insects and the Environment*, Bangalore, India, Oxford & IBH Publishing Co. Nueva Delhi, India, pp. 217-218.
- WATKINS, J.F., 1974, *Neivamyrmex angulimandibulatus*, new species from Cordoba, Mexico, *Southwestern Naturalist* 19:309-312. (11)
- , 1982, The army ants of México (Hymenoptera: Formicidae: Ecitoninae), *Journal of the Kansas Entomological Society* 52(2):10-97. (12)
- WILSON, E.O., 1959, Some ecological characteristics of ants in New Guinea rain forests, *Ecology* 40(3): 437-447.
- , 1971, *The insects societies*, Harvard University Press, 548 pp.
- , 2003, *Pheidole in the New World. A dominant, hyperdiverse ant genus*, Harvard University Press, 794 pp. (13)

Avispas Ichneumonoidea (Insecta: Hymenoptera)



Alejandro González-Hernández
J. Refugio Lomelí-Flores
Enrique Ruíz-Cancino

INTRODUCCIÓN

La superfamilia Ichneumonoidea es uno de los grupos de Hymenoptera con el mayor número de especies descritas (apéndice VIII.37). Whitfield (2004) estima que esta superfamilia agrupa más de 100 000 especies, muchas de ellas aún no descritas. Este grupo comprende dos familias Braconidae e Ichneumonidae (Wahl y Sharkey, 1993), aunque algunos otros autores han considerado otras familias (Stary, 1970; Masson, 1978). Los icneumonoideos son uno de los grupos de parasitoides más frecuentemente colectados y se caracterizan por la siguiente combinación de características: alas anteriores con las venas costa (C) y radial (R) adyacentes o fusionadas, la celda costal ausente; las antenas no acodadas, y casi siempre con 16 o más segmentos en el flagelo, algunas especies de braconidae (subfamilia Aphidiinae), presentan menos de 16 segmentos; trocántel presente; esternum metasomal 1 dividido

a la mitad, y con la porción apical débilmente esclerotizada; el tergito metasomal uno frecuentemente con cavidades laterales en la mitad anterior; ovipositor frecuentemente largo y sobresaliendo (Mason, 1993). En algunas especies el ovipositor llega a ser mucho más largo que la longitud total del cuerpo y en otras es muy pequeño y está retraído en el abdomen (Wharton *et al.*, 1997)

Los miembros de la superfamilia son parasitoides primarios de insectos, aunque es frecuente la utilización de otros artrópodos como hospederos. Los miembros más primitivos de ambas familias son ectoparasitoides ya que utilizan como hospederos a insectos que viven protegidos dentro de tejidos vegetales (minadores, barrenadores), mientras que los grupos más evolucionados suelen ser endoparasitoides de los estados inmaduros de los insectos de vida libre e, incluso, llegan a ser parasitoides de insectos adultos (Gauld, 1988).

BRACONIDAE

Descripción

Esta familia comprende microhimenópteros que miden entre 1-30 mm de longitud; algunas especies suelen ser mucho más grandes, especialmente si se incluye el largo del ovipositor, que en algunos casos puede ser más largo que el cuerpo (*e.g.*, *Myosoma* sp., *Phelora* sp.). Esta familia puede diferenciarse de otros himenópteros por la ausencia de la vena costal; por la fusión de los terguitos abdominales 2 y 3; presencia de un par de escleritos entre la coxa y el fémur, el trocanter y el trocanelo; y por la ausencia de la segunda vena recurrente (2m-cu) en el ala posterior (Wharton, 1997). La mayoría de las especies presentan un par de alas bien desarrolladas, pero existen algunos organismos ápteros, ya sea en ambos sexos, o sólo en uno de ellos.

Biología

La mayoría de las especies son parasitoides de otros insectos, aunque algunas especies presentan hábitos fitófagos (Wharton, 1993). El grupo incluye tanto parasitoides externos (ectoparasitoides) como internos (endoparasitoides). Los hospederos más comunes son los estados inmaduros de insectos en los órdenes Coleoptera, Lepidoptera, Diptera y Hemiptera, aunque existen registros de parasitismo de Braconidae sobre casi todos los órdenes de Insecta, pero no existen evidencias del uso de otros organismos además de los insectos como hospederos de Braconidae. El hiperparasitismo es muy raro, por lo que esta familia representa uno de los grupos de parasitoides con gran potencial en programas de control biológico.

Los braconidos, junto con algunos calcidoideos son los grupos más ampliamente utilizados en programas de control biológico. En México se han realizado esfuerzos para el control de moscas de la fruta

desde mediados del siglo pasado con el uso de braconidos, mediante la introducción del parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) traído desde Hawaii en 1956 (Jiménez-Jiménez, 1956). Actualmente existe una planta productora de millones de estos parasitoides, los cuales son utilizados en la campaña nacional contra moscas de la fruta (Montoya *et al.*, 2000).

Algunas especies de los géneros *Apanteles*, *Bracon*, *Cotesia*, *Chelonus* y *Meteorus* (figuras 1-5) representan un gran potencial para el control biológico de lepidópteros plaga. Especies de los géneros *Opius* y *Doryctobracon* (figura 6) tienen un alto potencial para el control de dípteros, especialmente moscas de la fruta y minadores. Especies de la subfamilia Aphidiinae, como *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) y *Aphidius colemani* Viereck, han sido introducidas en México con muy buenos resultados en el control de áfidos en invernaderos. Debido a la gran diversidad de Braconidae en Veracruz, consideramos que este grupo posee un alto potencial para el control de plagas agrícolas y forestales.

FIGURA 1. *Apanteles* sp.



FIGURA 2. *Bracon* sp.



FIGURA 4. *Chelonus* sp.



FIGURA 3. *Cotesia* sp.



FIGURA 5. *Meteorus* sp.

Diversidad

La clasificación de las subfamilias de Braconidae ha sido ampliamente discutida en diversos trabajos (Wharton, 1997). La revisión más reciente los agrupa en 40 subfamilias, de las cuales 34 están presentes en el nuevo mundo, y a nivel mundial han sido descritas cerca de 14 890 especies (Wharton *et al.*, 1997), pero se estima que esto representa solamente una tercera parte de su diversidad (Wharton y Mercado, 2000).

Para la región Neártica se conocen más de 2 000 especies (Marsh *et al.*, 1987), mientras que para la región Neotropical, apenas se conocen 1 830 especies en 332 géneros (Campos, 2001), en donde algunos géneros son altamente diversos, tal es el caso de *Opius* y *Orgilus* (figuras 7-8) representados por 400 y 120 especies, respectivamente.

FIGURA 6. *Doryctobracon* sp.FIGURA 7. *Opius* sp.

Para México existe un listado de 355 especies de Braconidae, clasificadas en 80 géneros y 20 subfamilias (Coronado-Blanco *et al.*, 2004), el cual complementa el catálogo previo en donde se incluyen datos taxonómicos, distribución y hospederos de 296 géneros y 635 especies (González-Hernández *et al.*, 2003). Aunque ha habido grandes esfuerzos por catalogar los braconidos de algunos estados del norte y centro del país (Coronado-Blanco *et al.*, 2004), hasta la fecha no existe un listado de los braconidos de Veracruz. Por ello, el presente estudio integra particularmente los datos señalados en esos catálogos, complementada con la información publicada en revisiones taxonómicas de algunos grupos (Sharkey, 1990; Braet y Tignon, 1998; Janzen *et al.*, 1998; Leathers y Sharkey, 2003; Sarmiento *et al.*, 2004), así como otros estudios de parasitoides asociados con plagas de importancia económica en Veracruz (López *et al.*, 1999, Hobbalah *et al.*, 2004).

En Veracruz, la familia Braconidae se encuentra representada por al menos 102 géneros y 150 especies, lo cual representa el 35 y 24 %, respectivamente, de géneros y especies que ocurren en el país. Sin embargo, se estima que la diversidad debe ser mucho mayor, ya que numerosos braconidos iden-

FIGURA 8. *Orgilus* sp.

tificados para el estado sólo están identificados a nivel genérico, en un limitado número de localidades exploradas. Veracruz incluye las localidades tipo de muchas de las especies de braconidos descritas en los últimos años, como en el caso de la última revisión del género *Alabagrus*, con 10 especies cuya localidad tipo está en Veracruz (Leathers y Sharkey, 2003), lo que representa poco más del 25 % de las especies conocidas de este género (figura 9).



FIGURA 9. *Alabagrus roibasi*.

ICHNEUMONIDAE

Descripción

Esta familia incluye usualmente parasitoides de tamaño mediano (10-40 mm), pero en algunas especies americanas de Rhyssinae y Pimlinae existen especies que llegan a medir cerca de 40 mm, además de su ovipositor, el cual puede ser hasta dos veces el tamaño del cuerpo. Esta familia se distingue de los Braconidae por presentar el margen apical del clípeo recto o convexo; labro aplanado y a menudo oculto; vena 1/Rs+M del ala anterior ausente; celda 1M+1R1 presente; ala posterior con la vena 1r-m opuesta o apical a la separación de las venas R1 y Rs; y terguito metasomal 2 casi siempre separado del terguito 3, con una unión flexible entre ellos (Wahl y Sharkey, 1993). La mayoría de las especies son aladas; sin embargo, algunas especies de la subfamilia Gelinae son ápteras.

Biología

La familia Ichneumonidae está integrada por avis-
pas parasíticas que atacan principalmente a especies de Lepidoptera, Coleoptera y Diptera, además de

que algunas atacan arañas y sus ovisacos. Aunque el hiperparasitismo es común, especialmente sobre otros icneumonoideos y Tachinidae (Diptera), esta familia contribuye al control natural de diversos grupos de insectos y otros artrópodos, muchas de ellas constituyen plagas, especialmente en bosques y frutales en distintos países. Algunas especies, como *Diadegma insulare* (Cresson), han sido utilizadas en México y otros países para el control de plagas agrícolas (Johanowicz y Mitchell, 2000).

Diversidad

Ichneumonidae es la familia de Hymenoptera con más especies descritas, estimándose más de 100 000 conocidas en el mundo y más de 35 000 para la región Neotropical (Gauld *et al.*, 2000). Hasta hace una década, en el neotrópico se habían reportado 2 896 especies (Yu y Horstmann, 1997); y hace 4 décadas, Townes y Townes (1966) enlistaron 535 especies para México. Posteriormente, Ruíz *et al.* (2002) indicaron la presencia de 914 especies identificadas en 253 géneros de 25 subfamilias, a lo cual se agregaron otros 73 géneros depositados en el Museo de Insectos de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Con las descripciones y registros recientes (Ruíz y Coronado, 2002; Kasparyan y Ruíz, 2004, 2005) se conocen en la actualidad 334 géneros y cerca de 1 000 especies en México, por lo cual esta familia constituye el grupo de Hymenoptera-Parasitica con más especies registradas en el país.

Para la fauna de Veracruz, los estudios más completos han sido los de Cresson (incluidos en el catálogo de Townes y Townes, 1966), quien describió muchas especies de Orizaba, Córdoba, El Mirador y Atoyac, con lo cual conocemos alrededor de 318 especies para el estado. Las subfamilias con más especies son Ichneumoninae (116) y Cryptinae (92), mientras que los géneros más diversos son *Lymeon* (17), *Polycyrtus* (14) y *Carinodes* (13) (figuras 10-12).



FIGURA 10. *Lyneon tantillus*.



FIGURA 12. *Carinodes* sp.



FIGURA 11. *Pristomerus spinator*.

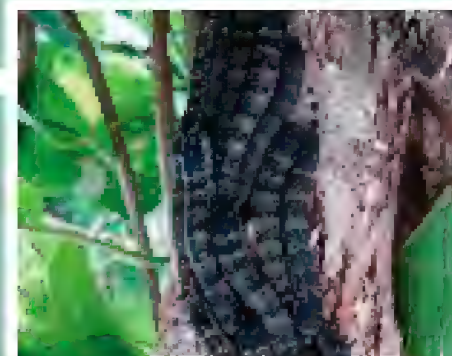
LITERATURA CITADA

- BRAET, Y. y M. Tignon, 1998, Revisionary notes on *Bentonia* van Achterberg, 1992 (Hymenoptera: Braconidae: Orgilinae) with description of two new species, *Zoologische Mededelingen* 72(2): 51-58.
- CAMPOS, D.F., 2001, Lista de los géneros de avispas parasitoides Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) de la región Neotropical, *Biota Colombiana* 2(3): 193-232.
- CORONADO-BLANCO, J.M., E. Ruiz-Cancino y S.E. Varela-Fuentes, 2004, Adenda a Braconidae (Hymenoptera), en J. Llorente-Bousquets, E. González Soriano y N. Papavero (eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*, Conabio/UNAM, México, pp. 713-720.
- GAULD, I.A., 1988, Evolutionary patterns of host utilization by ichneumonoid parasitoids (Hymenoptera: Ichneumonidae and Braconidae), *Biological Journal of the Linnean Society* 35: 351-377.
- GAULD I.D., D. Wahl y V. Mallet, 2000, The Ichneumonidae of Costa Rica, 3, *Memoirs of the American Entomological Institute* 63: 1-453.
- GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, A., R.A. Wharton, J.A. Sánchez García, V. López M., J.R. Lomelí-Flores e I. Figueroa, 2003, *Catálogo ilustrado de Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) en México*, Universidad Autónoma de Nuevo León, México (publicación en CD-ROM).
- HOBALLAH, M.E., T. Degen, D. Bergvinson, A. Savidan, C. Tamó, y C.J. Turlings, 2004, Occurrence and direct control potential of parasitoids and predators of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) on maize in the subtropical lowlands of Mexico, *Agricultural and Forest Entomology* 6: 83-88.

- JANZEN, D.H., M.J. Sharkey y J.M. Burns, 1998, *Bassus brooksi* Sharkey, a new species of Agathidinae (Braconidae) parasitizing larvae of pyrgine Hesperidae in a tropical dry forest, Area de Conservación Guanacaste, northwestern Costa Rica, *Journal of Neotropical Lepidoptera* 9: 33-41.
- JIMÉNEZ J., E., 1956, Las moscas de la fruta y sus enemigos naturales, *Fitófilo* 16: 4-11.
- JOHANOWICZ, D.L. y E.R. Mitchell, 2000, A novel method to rear *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae), a parasitoid of the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae), *Florida Entomologist* 83(3): 377-379.
- KASPARYAN, D.R. y E. Ruíz C., 2004, Addenda a Ichneumonidae (Hymenoptera), en J. Llorente *et al.* (eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*, vol. IV, UNAM/Conabio, México, pp. 721-724.
- , 2005, *Avispas parasíticas de plagas y otros insectos. Cryptini (Hymenoptera: Ichneumonidae: Cryptinae) de México*, Parte I, UAT/BUAP, México, 287 pp.
- LEATHERS, J. y M.J. Sharkey, 2003, Taxonomy and Life History of Costa Rican *Alabagrus* (Hymenoptera: Braconidae), with a key to world species, *Contributions in Science* 497: 1-82.
- LÓPEZ, M., M. Aluja y J. Sivinski, 1999, Hymenopterous larval-pupal parasitoids of *Anastrepha* flies (Diptera: Tephritidae) in Mexico, *Biological Control* 15: 119-129.
- MASON, W.R.M., 1978, A new genus, species and family of Hymenoptera (Ichneumonoidea) from Chile, *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 80: 606-610.
- , 1993, Key to the superfamilies of Hymenoptera, en H. Goulet y J.T. Huber (eds.), *Hymenoptera of the world*, Agriculture Canada Pub., pp. 65-100.
- MONTOYA, P., P. Liedo, B. Benrey, J.F. Barrera, J. Cancino y M. Aluja, 2000, Functional response and superparasitism by *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of fruit flies (Diptera: Tephritidae), *Annals of the Entomological Society of America* 93: 47-54.
- RUÍZ, C.E., D.R. Kasparyan y J.M. Coronado B., 2002, Ichneumonidae (Hymenoptera), en J. Llorente-Bousquets, E. González Soriano y N. Papavero (eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*, vol. III, UNAM/Conabio, pp. 631-646.
- RUÍZ, C.E. y J.M. Coronado B., 2002, *Artrópodos terrestres de los estados de Tamaulipas y Nuevo León, México*, Serie Publicaciones Científicas CIDAFF/UAT núm. 4, México, 377 pp.
- SARMIENTO, C. E., M.J. Sharkey y D.H. Janzen, 2004, The first gregarious species of the Agathidinae (Hymenoptera: Braconidae), *Journal of Hymenoptera Research* 13: 295-301.
- SHARKEY, M.J., 1990, A revision of *Zacremnops* Sharkey and Wharton (Hymenoptera: Braconidae: Agathidinae), *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 92: 561-570.
- STARY, P., 1970, *Biology of Aphid parasites (Hymenoptera: Aphidiidae) with respect to integrated control*, Series Entomologica, The Hague W. Junk, 575 pp.
- TOWNES, H.K. y M. Townes, 1966, A catalogue and reclassification of the Neotropic Ichneumonidae, *Memoirs of the American Entomological Institute*, 8, 366 pp.
- WAHL, D.B. y M.J. Sharkey, 1993, Superfamily Ichneumonoidea, en H. Goulet y J.T. Huber (eds.), *Hymenoptera of the world*, Agriculture Canada Pub., pp. 358-362.
- WHARTON, R. A., P.M. Marsh y M.J. Sharkey, 1997, *Manual of the New World genera of the family Braconidae (Hymenoptera)*, International Society of Hymenopterists Special Publication, 1.
- WHARTON, R.A., 1993, Bionomics of the Braconidae, *Annual Review of Entomology* 38: 121-143.
- , 1997, Introduction, en R.A. Wharton, P.M. Marsh y J. Sharkey, (eds.), *Manual of the new world genera of the family Braconidae (Hymenoptera)*, pp 1-18.

- WHITFIELD, J.B., 2004, Ichneumonoidea, Version 10 de junio de 2004 (under construction). <http://tolweb.org/Ichneumonoidea/11174/2004.06.10> in The Tree of Life Web Project, <http://tolweb.org/>
- YU, D.S. y K. Horstmann, 1997, A catalogue of world Ichneumonidae (Hymenoptera), 2 vols., *Memoirs of the American Entomological Institute* 58: 1-1558.

Insectos comestibles



Larvas de *Arsemura armida armida* Cramer
(Foto: Ivonne Landero Torres)

Julieta Ramos-Elorduy B.
Ivonne Landero-Torres
José Manuel Pino Moreno
Héctor Oliva Rivera
Esteban Escamilla Prado

INTRODUCCIÓN

La humanidad ha padecido constantemente el problema del hambre, sobre todo en grandes sectores de la población de países subdesarrollados. En México la subalimentación es una situación crónica debido a múltiples factores (Zubirán *et al.*, 1974; FAO/WHO/UNU, 1985). La escasez alimentaria tiene un origen demográfico y una solución técnica, es un dilema socioeconómico con una solución política (Bernarde, 1970; Flores, 1973; Ramírez, 1973; Moore y Collins, 1977), la población rural en estado de desnutrición constituye más del 30 %. Los hábitos alimenticios de un país están marcados por su civilización y por las costumbres tradicionales y existen diversos patrones dietéticos (Bourges, 1984).

Como parte de su cultura, distintos grupos étnicos en las diferentes comunidades han hecho acopio de los recursos del lugar, entre ellos los insectos. Estos son productos para consumo y de los cuales se obtiene una gran cantidad de nutrimentos (Bergier,

1941; Bodenheimer, 1951; Ramos-Elorduy y Bourges, 1977; Ramos-Elorduy y Pino, 1982; Ramos-Elorduy, 1988; Ramos-Elorduy y Pino, 1989, 1990; Ramos-Elorduy y Conconi, 1994; Mitsuhashi, 1997; Menzel y D'Aluisio, 1998). Los insectos son considerados como un alimento sano, limpio y nutritivo, y tienen un sinnúmero de formas de preparación, preservación y conservación en México y en el mundo, siendo la entomofagia un hábito ampliamente extendido (Ramos-Elorduy y Conconi, 1994). Sin embargo, en años recientes ha existido un movimiento del capital humano entre comunidades y países, lo que ha generado una modificación en la dieta, haciendo sinergia con ambas partes.

El objetivo de la investigación fue conocer a los insectos comestibles del estado de Veracruz. Para tal fin fueron rastreados, colectados, clasificados, resaltándose su importancia como un recurso natural renovable. El trabajo de campo abarcó cuatro años. Se efectuaron salidas periódicas de acuerdo a las cuatro estaciones del año. Se muestrearon 96 locali-

dades seleccionados de acuerdo a la regionalización del estado (figura 1). Los insectos comestibles colectados se preservaron en frascos con alcohol al 70 %, posteriormente se montaron y rotularon (Márquez y Ramos-Elorduy, 1972); se identificaron taxonó-

micamente usando las claves necesarias para cada grupo, luego se catalogaron y se depositaron en la Colección Nacional de Insectos Comestibles de México (CNICM), alojada en el Instituto de Biología de la UNAM en la Ciudad de México.

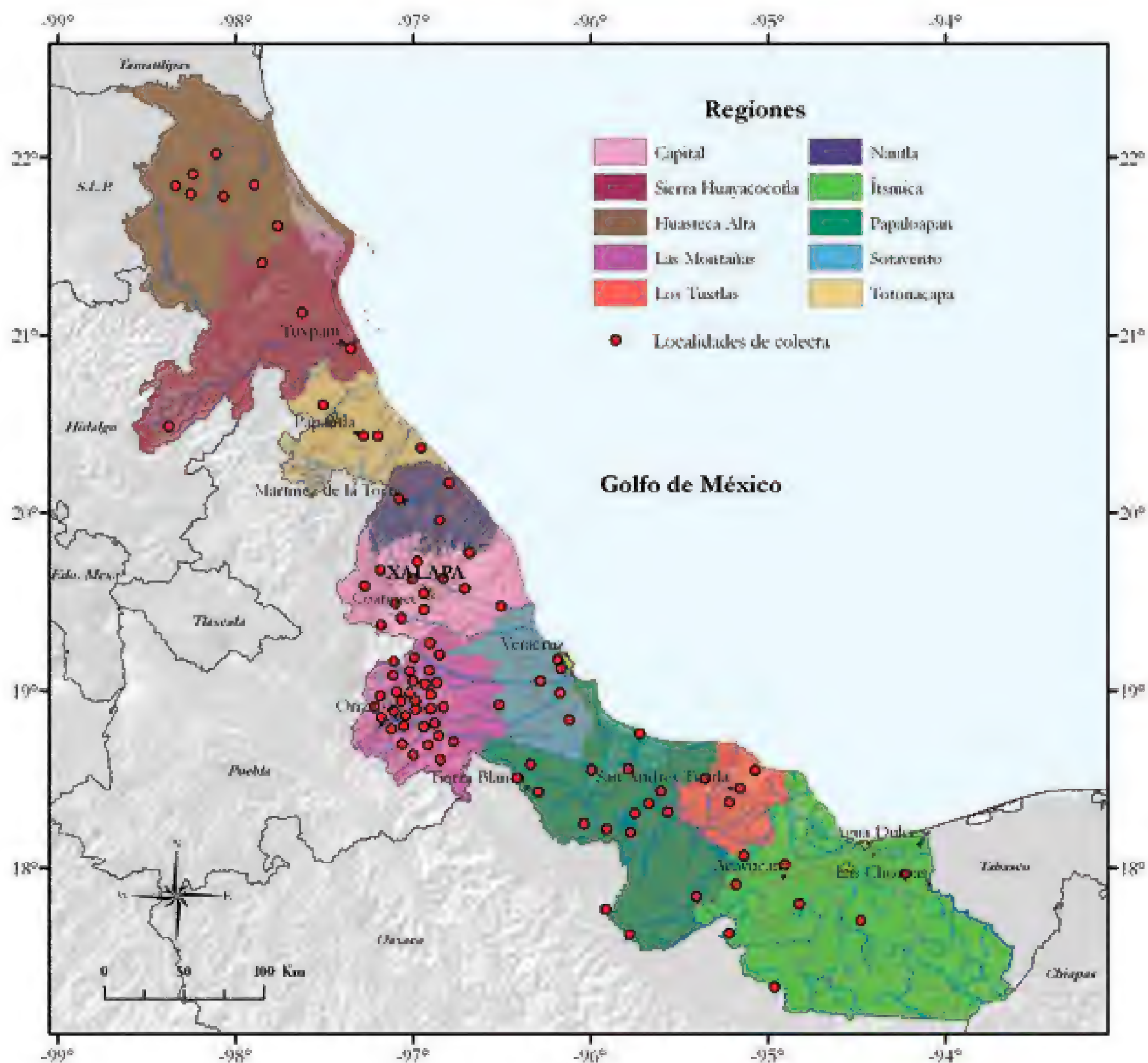


FIGURA 1. Localidades muestreadas en las diferentes regiones del estado Veracruz.

DIVERSIDAD DE INSECTOS COMESTIBLES

Se determinaron 159 especies de insectos comestibles para el estado de Veracruz. Fueron clasificados por grupos taxonómicos (orden, familia), indicándose también, información sobre el estado biológico de los especímenes ingeridos, así como las etnias y su localización geográfica de donde se consumen (apéndice VIII.38).

Respecto a la diversidad y riqueza específica de los diferentes grupos de insectos comestibles presentes en Veracruz, el orden Orthoptera (chapulines) fue el mejor representado con 39 especies provenientes de cinco familias, entre las más importantes se encuentran los Acrididae (chapulines) con 18 especies y los Tettigoniidae (esperanzas) con 12 especies. El segundo orden más diverso fue Coleoptera (escarabajos) integrado por 34 especies ubicadas en 11 familias distintas, siendo las más abundantes las Melolonthidae y Passalidae que registraron 12 y seis especies, respectivamente. En tercer lugar se ubicó el orden Hymenoptera con 29 especies registradas, de las familias Apidae (abejas) con 15 especies, Vespidae (avispas) con 10 especies, y Formicidae (hormigas) con cuatro especies.

La representación de chinches del orden Hemiptera fue de 22 especies clasificadas en cuatro familias, en particular numerosos los Pentatomidae (15 especies) (chinches apestosas) y los Coreidae (chinches de fémur plano) (cinco especies). El orden Lepidoptera en donde se incluyen mariposas y palomillas, se registraron un total de 10 familias con 19 especies presentes, entre las que destacan los Arctiidae y Saturniidae. En ese contexto, el orden Homoptera (cigarritas, fulgóricos, áfidos, etc.) registró 14 especies pertenecientes a cuatro familias, en especial los Cicadidae (cigarras) con 11 especies representadas. En cambio, los grupos menos representados con una sola especie fueron el orden Diptera (moscos y moscas) con *Musca domestica*, y el orden Trichoptera (carga palitos) con una especie del género *Leptonema*.

Por otro lado, en el cuadro 1 podemos ver la distribución numérica de las diferentes especies rastreadas, según las zonas. En ella se observa que los insectos comestibles se consumen en las zonas caliente, templada y fría, citadas por Manni (1968). La zona que mayor número de especies tuvo fue la denominada "Grandes montañas", en donde se registraron 94 especies de insectos consumidos, que prácticamente equivale a más de la mitad de ellos, y esto no es para asombrarse, ya que la Sierra Madre y el Eje Neovolcánico se encuentran en gran parte del estado, dando lugar a un gran número de nichos ecológicos.

En el mismo cuadro se ejemplifican los ecosistemas de algunas de las localidades muestreadas en donde se consumen insectos comestibles. Se puede notar el consumo de una gran variedad de ellos en muchas regiones, por lo cual al sumar el número de especies en este cuadro, ascienden a 189, mientras que en el apéndice VIII.38 sólo hay 159, lo que quiere decir que 30 de ellas se localizan en más de una localidad. En las últimas columnas se da el número y el porcentaje de especies que son compartidas con una o varias zonas.

Para calcular el porcentaje de especies representadas en una zona dada, se tomó 159 como 100 %. La zona de las Grandes Montañas resultó la más entomófaga con el 59.11 % de las especies. Muy por abajo de este número se encuentran las especies localizadas en la región de las Selvas con 36 especies (22.64 %), la región de Sotavento con 18 especies (11.32 %), luego, muy cercanas, están la región Central con 16 especies (10.06 %) y la de la Huasteca Veracruzana con 13 especies (8.17 %), finalmente la región Centro-Norte con siete especies (4.40 %) y la región Totonaca con cinco especies (3.14 %). Para calcular el porcentaje de las especies compartidas, se tomó como 100 % el número total de especies distribuidas en las zonas (cuadro 2). De las especies localizadas en más de una zona, la mayoría son utilizadas en sólo dos de ellas (24 especies) o sea el 80 %.

CUADRO 1. Distribución y abundancia de los insectos comestibles registrados en el estado de Veracruz, en las diversas localidades muestreadas de las siete zonas agrupadas por ecosistemas.

ZONAS	LOCALIDAD	ECOSISTEMAS	NO. ESP	%	NO. ESP. COMPARTIDAS	%
1) Huasteca-Veracruzana	Cerro Azul, Chiconamel, Chontla, Citlatépetl, Otontepec, Pánuco, Tantoyuca, Tempoal, Texcaltepec, Tuxpan,	Chiconamel: bosque mediano o bajo subtropical perennifolio (jonote, guanacastle y sangregado). Pánuco: bosque selva baja caducifolia, manglar, tular, vegetación halófila, vegetación secundaria.	13	8.17	7	16.28
2) Totonaca	Papantla, Tajín, Teocelo, Tihuatlán	Papantla: bosque subtropical perennifolio (jonote, laurel,palo mula,cedro,ceiba y variedades de leguminosas).	5	3.14	1	2.33
3) Centro-Norte	Misantla, Nautla, Tecolutla, Tlapacoyan, Yecuatla	bosque mixto y coníferas (pino pátula y liquidámbar.) bosque mediano o bajo subtropical perennifolio (chancarro o guarumbo, jonote, guanacastle y sangregado).	7	4.40	3	6.98
4) Central	Actopan, Bobo, Chavarillo, Coatepec, Xalapa, Las Minas, Mihuatlán, Naolinco, Perote, Tehuilotepc, Teocelo, Xico.	Coatepec: bosque mesófilo de montaña (alamillo, palo de baqueta, palo barranco, álamo, cedro y ocozote). Mihuatlán: selva baja caducifolia. Teocelo: bosque tropical perennifolio con especies como el guarumbo y el jonote.	16	10.06	5	11.63
5) Grandes Montañas	Acultzingo, Atoyac, Atzacan, Cd. Mendoza, Comapa, Comalapa, Córdoba, Coscomatepec, Chocaman, El Palmar, Fortín de las Flores, Huatusco, Ixcohuapa, Ixtapaluka, La Laguna, La Quinta, La Sidra, Las Vigas, Loma de Dolores, Metlac, Monte Blanco, Orizaba, Río Blanco, Paso Del Macho, San Juan, San Rafael Río Seco, Tepapamoxala, Tequila, Tierra Blanca, Texhuacan, Tlacotepec de Mejía, Tlacotengo, Tlaltetetla, Totolacatla, Xoxocotla, Zongolica.	Fortín de las Flores: bosque mesófilo de montaña, selva mediana subperennifolia y secundaria. Coscomatepec: bosque frío (pino ocote, encino y cedro). Huatusco: subtropical subperennifolio. bosque tropical perennifolio (guarumbo y jonote). Zongolica: bosque alto perennifolio. Tlacotepec de Mejía: selva baja caducifolia, sabana y secundaria.	94	59.11	13	30.23
6) Sotavento	Amatitlán, Cosamaloapan de Carpio, Cotaxtla, Jamapa, Mongolia, Papaloapan, Río Jamapa, Río La Palma, Tlacotalpan, San Juan Evangelista, Veracruz.	San Juan Evangelista: selva alta baja perennifolia con manglares y especies de dunas costeras. Tlacotalpan: caducifolia (encino, fresno, sauce y álamo).	18	11.32	1	2.33
7) Selvas	Acayucan, Agua Dulce, Bajío, Catemaco Coyame, El Vigía, Estación de Biología “Los Tuxtla”, Isla, Jáltipan, La Selva, Las Choapas, Minatitlán, Oteapan, San Andrés Tuxtla, Santiago Tuxtla, San Rafael Calería, Sotepan, Temascal.	Catemaco: bosque alto tropical perennifolio (sombrerete, palo de agua, cedro, hule,ojite, palma real, ojuela, marayo , rabo lagarto, caoba, ramón, amate, huapanque, jinicuil, rosa morada, barbasco,zapote de agua). Oteapan: selva alta perennifolia (palo de agua, ojoche, guayacán, mamey y palma real, con especies de palmares, manglares y pastizales, con dunas costeras y vegetación secundaria). Las Choapas: selva baja perennifolia y caducifolia. Minatitlán: bosque alto con bejuco y plantas epífitas que permanecen siempre verdes, en las partes bajas con caoba y amate.	36	22.64	13	30.23

Lo anteriormente dicho se puede aseverar, ya que en la región de las Grandes Montañas se hicieron muestreos en 35 localidades, en la de las Selvas un total de 18 localidades y en la región del Sotavento en 12 localidades, al igual que en la región Central, en donde prácticamente tenemos el mismo número de especies, luego las de la Huasteca Veracruzana y la Zona Totonaca que proporcionalmente coinciden. Por lo tanto si hiciéramos la correlación de las especies, ésta se mantiene en 2.69 por cada una de las localidades en donde se realizaron muestreos.

CUADRO 2. Distribución de especies de insectos comestibles registrados en el estado de Veracruz, en más de una zona geográfica.

ESPECIES	ZONAS GEOGRÁFICAS
1 <i>Chrysina macropus</i> Franc.	1 4
2 <i>Polybia</i> sp.	1 4
3 <i>Passalus</i> (<i>Passalus</i>) <i>af. punctiger</i> Lep. y Serv.	1 5
4 <i>Passalus</i> (<i>Passalus</i>) <i>punctiger</i> Lep. y Serv.	1 5
5 <i>Partamona bilineata</i> Say	1 2 5
6 <i>Atta texana</i> Buckley	1 2 4 5
7 <i>Melipona fulvipes</i> Guérin	1 2 3 4 6 7
8 <i>Euschistus</i> (<i>Crenator</i>) <i>orbiculator</i> Rolston	2 7
9 <i>Thasus acutangulus</i> Stål	3 5
10 <i>Cicada oleaceae</i> Distant	3 5
11 <i>Lucanus</i> (<i>Temnochilus</i>) <i>viriscens</i> = <i>viriscens</i> Fab.	3 4 5
12 <i>Polybia</i> (<i>Myrametra</i>) <i>occidentalis nigratella</i> Buy.	4 5
13 <i>Sphenarium</i> spp.	4 6
14 <i>Oedopoea</i> sp.	4 7
15 <i>Dynastes</i> (<i>Xylotrupes</i>) <i>hyllus</i> Chevr.	4 7
16 <i>Gyrinus parvus</i> Lec.	4 5 7
17 <i>Acheta domestica</i> Lin.	5 6
18 <i>Taeniopoda auricornis</i> Walk	5 6
19 <i>Stilpnochlora azteca</i> (Sauss.)	5 6
20 <i>Abedus ovatus</i> Stål	5 6
21 <i>Tropisternus</i> (<i>Tropisternus</i>) <i>mexicanus</i> Cast.	5 6
22 <i>Apis mellifera scutellata</i> Lepeletier	5 6
23 <i>Stilpnochlora toracica</i> (Serv.)	5 7
24 <i>Euschistus bifibulus</i> Palisot de Beauvois	5 7
25 <i>Euschistus sulcatus</i> Rolston	5 7
26 <i>Megasoma elephas</i> Fab.	5 7
27 <i>Arsenura armida</i> Cramer	5 7
28 <i>Melipona limao</i> Schwarz = <i>chamelensis</i> Ayala	5 7
29 <i>Eciton</i> sp.	5 7
30 <i>Schistocerca paranensis</i> Burm.	6 7

CONCLUSIONES

En el estado de Veracruz se puede observar una amplia tradición de consumo de insectos. En el caso particular del gusano blanco de maguey (*Aegiale hesperiaris* (Walker), gusano rojo de maguey (*Comadia redtembacheri* Hamm.), gusanillo (*Phassus triangularis* Edwards) y chicatanas (*Atta cephalotes* [Linneo] y *A. texana* Buckley) etc., son tan reputados que trascienden los límites de las comunidades, extendiéndose a otros estados (Ramos-Elorduy y Pino, 1982; Ramos-Elorduy *et al.*, 1985)

Por el número de especies registradas, podemos concluir que los insectos comestibles constituyen para este estado, un recurso que enriquece la alimentación de los pobladores de áreas rurales quienes pueden complementar el aporte nutricional cotidiano y mejorar la salud ya que aportan nutrientes de calidad (Ramos-Elorduy y Pino, 2007a).

Es pertinente recalcar que a pesar de que algunos municipios de Veracruz se caracterizan por su elevada actividad pesquera, y que la base de alimentación de estas localidades es fundamentalmente de derivados del mar y cuerpos de agua dulce, la entomofagia ha perdurado a lo largo de los siglos hasta la actualidad, como en otros estados del país (Ramos-Elorduy y Bourges, 1977; Ramos-Elorduy y Pino, 1982; Ramos-Elorduy *et al.*, 1985, 1988, 1997; Ramos-Elorduy, 1997a, b; Ramos-Elorduy *et al.*, 1998).

Actualmente algunos insectos comestibles se emplean en varias localidades de Veracruz con fines medicinales, por lo que se requiere generar nuevas líneas de investigación etnoentomológicas que permitan evaluar los beneficios nutricionales y farmacéuticos que los insectos puedan tener (Landro-Torres *et al.*, 2005)

Por último, se puede concluir que en Veracruz se consume una amplia diversidad de insectos, cuando se le compara con otros estados. Por ejemplo, en Hidalgo se reportan 99 especies (Ramos-Elorduy y Pino, 2001), en el Estado de México se registraron

104 especies (Ramos-Elorduy *et al.* 1998); en Chiapas se utilizan como alimento 106 especies (Ramos-Elorduy y Pino, 2002); en Oaxaca se han reportado 78 especies (Ramos-Elorduy y Pino, 1982; Ramos-Elorduy *et al.*, 1997), y en el estado de Puebla se han registrado 76 especies comestibles tan sólo en 42 localidades (Ramos-Elorduy *et al.*, 1988). Hasta la fecha están censadas un total de 545 especies de insectos comestibles en la República Mexicana (Ramos-Elorduy y Pino, 2007b).

La complementación de la dieta con base en las diversas especies de insectos que existen en las variadas regiones del estado, proveerían una mejoría en la alimentación natural y reforzarían así el valor nutritivo que tienen los alimentos básicos como el maíz y el frijol, al sinergizarse los ingredientes.

AGRADECIMIENTOS. A la Universidad Veracruzana, Escuela de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Unidad Córdoba. A los investigadores del Instituto de Biología de la UNAM, por su ayuda en la identificación, ratificación o rectificación de las especies, entre otros, Harry Brailovsky, Santiago Zaragoza, Ricardo Ayala, Cristina Mayorga, Elizabeth Mejorada, Enrique Mariño, Guillermina Ortega, al señor Adolfo Ibarra y al dibujante Felipe Villegas.

LITERATURA CITADA

BERGIER, E., 1941, *Insectes comestibles et peuples entomophages*, Rulliere F., 209 pp.
 BERNARDE, M., 1970, *El hambre, problema mundial*, Pax, México, 127 pp.
 BODENHEIMER, F.S., 1951, *Insects as Human Food*, Junk The Hague, 239 pp.
 BOURGES, R.H., 1984, *Panorama de la alimentación y de la nutrición en México*. Seminario sobre la Alimenta-

ción en México, Instituto de Geografía, UNAM, México pp. 27-48.

FAO/WHO/UNU, 1985, *Report: energy and protein requirements who*, Technical Report Series núm. 724, Gèneve.

FLORES, A.E., 1973, *La magnitud del hambre en México*, Fondo de Cultura Económica, México, 73 pp.

LANDERO T.I., J. Ramos-Elorduy, J. Murguía G., H. Oliva R. y F. Hernández-Baz, 2005, Estudio preliminar de los insectos comestibles y medicinales de Zongolica, Veracruz, México, *Entomología Mexicana* 4: 112-114.

MANNY, S.M., 1968, *Ecology and biogeography of high altitude insects*. Junk Pub., The Hague pp.176-185.

MÁRQUEZ, C. y Ramos-Elorduy, J., 1972, *Manual de prácticas de entomología*, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 149 pp.

MENZEL, P. y F. D'Aluisio, 1998, *Man eating bugs: the art and science of eating insects*, Ten Speed, Berkeley California, 191 pp.

MITSUHASHI, J, 1997, Insects as traditional food in Japan, *Ecology of Food and Nutrition* 5: 91-97.

MOORE, L.F. y J. Collins, 1977, *El hambre en el mundo, diez mitos*, Copider, México, 67 pp.

RAMÍREZ, H.J., 1973, Aspectos socioeconómicos de los alimentos y la alimentación en México, *Revista de Comercio Exterior de Banco de Comercio*: 675-690.

RAMOS-ELORDUY, J., 1988, *Los insectos como una fuente de proteínas en el futuro*, 2ª edición, Limusa, México, 149 pp.

———, 1997a, The importance of edible insects in the nutrition and economy of people of the rural areas of Mexico, *Ecology of Food and Nutrition* 36: 347-366.

———, 1997b, Insects: a sustainable source of food?, *Ecology of Food and Nutrition* 36: 247-276.

RAMOS-ELORDUY, J. y H. Bourges R., 1977, Valor nutritivo de algunos insectos comestibles de México y la lista de los insectos comestibles del mundo, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología 48(1): 167-186.

- RAMOS-ELORDUY, J. y J.M. Pino M., 1982, Insectos comestibles del estado de Oaxaca, *Folia Entomológica Mexicana* 54: 92-93.
- , 1989, *Los insectos comestibles en el México antiguo (estudio etnoentomológico)*, 1ª edición AGT, México, 108 pp.
- , 1990, Contenido calórico de algunos insectos comestibles de México, *Revista de la Sociedad Química de México* 34 (2): 56-68.
- , 2001, Insectos comestibles de Hidalgo, México, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología 72(1): 43-84.
- , 2002, Edible insects of Chiapas Mexico, *Ecology of Food and Nutrition* 41: 271-299.
- , 2007a, *Catálogo del valor nutritivo de Insectos comestibles de México*, UNIBIO-IBUNAM (entregado).
- , 2007b, *Check list de insectos comestibles de México*, UNIBIO-IBUNAM (en prensa).
- RAMOS-ELORDUY, J., J.M. Pino M., R. Corona C. y V. Medina D., 1985, *Estudio de los insectos comestibles de Guerrero y su valor nutritivo*, Memorias del 8º Congreso Nacional de Zoología. Parte II, pp. 1107-1126.
- RAMOS-ELORDUY, J., J.M. Pino M. y L.A. Romero S., 1988, Determinación del valor nutritivo de algunas especies de insectos comestibles del estado de Puebla, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología 58 (1): 355-372.
- RAMOS-ELORDUY, J., J.M. Pino Moreno, E. Escamilla Prado, M. Alvarado Pérez, J. Lagunez Otero y O. Ladrón de Guevara, 1997, Nutritional value of edible insects from the State of Oaxaca, Mexico, *Journal of Food Composition and Analysis* 10: 142-157.
- RAMOS-ELORDUY, J., J.M. Pino M. y S. Cuevas Correa, 1998, Insectos comestibles del Estado de México y determinación de su valor nutritivo, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología 69 (1): 65-104.
- RAMOS-ELORDUY, J. y M. Conconi, 1994, *Edible insects of the world*, Abstracts Fourth International Congress of Ethnobiology, Lucknow (India) p. 311.
- ZUBIRÁN S., A. Chávez, G. Bonfil, G. Aguirre, J. Cravioto y J. de la Vega D., 1974, *La desnutrición del mexicano*, Fondo de Cultura Económica, México, 62 pp.

Coleópteros micetobiontes (Insecta: Coleoptera)



Luis Leonardo Delgado Castillo
José Luis Navarrete-Heredia

INTRODUCCIÓN

Hablar de las relaciones insecto-hongo no es fácil, no sólo por el hecho de que ambos grupos son considerados los más diversos del planeta, sino además porque las interacciones que se presentan entre ellos pueden ser complejas y difíciles de contextualizar debido, particularmente, a la carencia de información en muchos casos.

En general, estas interacciones pueden ser clasificadas en cuatro categorías: depredación, parasitismo, comensalismo y mutualismo (Wilding *et al.*, 1989). Al lado de estas interacciones se presenta la micofagia, micetofagia o fungivoría, en donde los insectos se alimentan del micelio, plasmodio, esporas, o esporocarpos (que es el cuerpo fructífero del hongo) (Bruns, 1984; Hammond y Lawrence, 1989). La micofagia presenta algunos paralelismos con la herbivoría, aunque plantas y hongos presentan una estructura y composición bioquímica completamente distinta (Hanski, 1989). Este hábito

alimentario es exhibido principalmente por coleópteros (escarabajos) y dípteros (moscas), pero también se presenta en otros grupos de insectos (Hammond y Lawrence, 1989). En el caso de los coleópteros, la micofagia ha jugado un papel decisivo en su evolución y diversificación, ya que se considera que casi la mitad de sus 167 familias son principalmente micófagos o que se alimentan de materia vegetal alterada por la acción de los hongos (Lawrence, 1989).

A pesar de la importancia de las relaciones escarabajo-hongo, son pocos los estudios que se han realizado para conocer el tipo de interacciones entre ellos, además de que muchos de los escarabajos micófagos han sido poco estudiados en comparación con otros grupos tróficos (*e.g.*, fitófagos y saprófagos). En tal sentido, el presente estudio tiene por objeto ofrecer un panorama general acerca de los escarabajos micetobiontes conocidos actualmente en México, así como un análisis en particular de esta fauna presente en el estado de Veracruz.

DESCRIPCIÓN

Para definir de manera precisa el término micetobionte, es necesario partir de una base de referencia desde la cual se clasifiquen las relaciones que se presentan entre los escarabajos y los hongos. En este trabajo, se sigue la clasificación de Navarrete-Heredia (1991a) sobre los insectos micetócolos, es decir aquellos que habitan los cuerpos fructíferos de los hongos del phylum Basidiomycota (la mayoría de los hongos macroscópicos). En esta clasificación, los insectos micetócolos se dividen en tres grupos: los micetobiontes, aquellos que se alimentan de manera obligada de los esporocarpos en estado fresco o maduro. El segundo grupo es el de los micetófilos, los cuales se encuentran tanto en esporocarpos como en otros sustratos, y que pueden ser micetófilos saprófagos, es decir que se alimentan de los esporocarpos en estado de descomposición, y de otro tipo de materia orgánica como carroña, excremento, frutos podridos, etc.; o bien que tienen hábitos depredadores, alimentándose de presas potenciales en los sustratos anteriores, o en hongos en estado fresco. Por último los micetoxenos, cuyo encuentro en los esporocarpos es fortuito, ya que no presentan ninguna relación definida con los mismos.

Con base en esta clasificación, ahora es posible señalar cuáles son las familias de escarabajos que se consideran micetobiontes. Las 167 familias del orden Coleoptera conocidas a nivel mundial se agrupan en 21 superfamilias y cuatro subórdenes (*sensu* Lawrence y Newton, 1995). De éstas, al menos 50 familias presentan grupos micófagos en el sentido amplio, es decir, que se alimentan de manera obligada o facultativa de hongos de diversos grupos (Lawrence, 1991; Wheeler, 1991; Arnett y Thomas, 2001; Arnett *et al.*, 2002). De ellas, 29 son consideradas aquí, total o parcialmente como micetobiontes, las cuales pertenecen a nueve superfamilias del suborden Polyphaga, destacando Staphylinoidea (tres familias), Cucujoidea (nueve familias) y Tenebrionoidea (10 familias) (cuadro 1). La morfología y adaptaciones que presen-

tan estos grupos son muy variadas, desde los pequeños ptílicos que miden 1 mm y que se introducen en los poros de los hongos de repisa hasta las especies más grandes de erotílicos y algunos tenebriónidos que sobrepasan los 25 mm y cuyas larvas se alimentan en la superficie de los hongos.

BIOLOGÍA

Los coleópteros micetobiontes se alimentan de la mayoría de los hongos basidiomicetos, principalmente de los Agaricales, Boletales, Cantharellales, Hymenochaetales, Polyporales, Russulales y Tremellales (Hammond y Lawrence, 1989), sin embargo, la mayoría de las especies asociadas con los hongos muestran cierta preferencia por alguna fase del desarrollo del esporocarpo. Al respecto, Navarrete-Heredia (1991a) reconoce cuatro estados de maduración de los esporocarpos, desde la aparición hasta el estado de descomposición avanzada, en las cuales los micetobiontes se desarrollan principalmente en el segundo estado de maduración, cuando los hongos liberan sus esporas.

Un aspecto muy importante de la biología de estos organismos es su preferencia alimentaria. La mayoría de los coleópteros micetobiontes son polí-fagos, lo cual ha sido explicado por la impredecible y efímera presencia de los esporocarpos, especialmente de los Agaricales. Por el contrario, las especies monófagas u oligófagas se presentan básicamente en hongos de la familia Polyporaceae, los cuales producen esporocarpos que permanecen desde algunos meses a varios años (Hanski, 1989).

En relación a la estructura y persistencia de los esporocarpos, se considera que aquellas especies que se alimentan en la superficie externa del hongo (muchas de hongos poliporáceos) tienden a presentar comportamientos anti-depredador más elaborados, y a mostrar aposematismo y gregarismo en mayor grado que aquellas que se alimentan dentro del hongo.

CUADRO 1. Grupos de coleópteros micetobiontes a nivel mundial.

FAMILIA	GRUPOS MICETOBIONTES	REFERENCIAS
Ptiliidae	Ptilinini (3 spp. de <i>Nossidium</i> de Estados Unidos), la mayoría de Nanosellini (26 géneros y 39 spp.)	Hall, 1999; 2001
Leiodidae	Algunas spp. de <i>Hydnobius</i> (16 spp.), algunas spp. de <i>Colenis</i> (7 spp.), algunas spp. de <i>Aglyptinus</i> (21 spp.) y <i>Creagrophorus</i> (6 spp.)	Newton, 1984; Peck <i>et al.</i> , 2000
Staphylinidae	Algunas spp. de <i>Sepedophilus</i> (357 spp.), Gyrophaenina (+ 350 spp.), mayoría de Scaphidiinae (+ 1,400 spp.), <i>Oxyporus</i> (100 spp.)	Ashe, 1984; Newton, 1984; Herman, 2001; Márquez y Asiain, 2006
Scarabaeidae	Algunas spp. australianas y asiáticas de <i>Onthophagus</i> y <i>Phanaeus</i> (1 sp. en México)	Halfter y Matthews, 1966; Edmonds, 1980
Eucinetidae	Algunas spp. de <i>Nycteus</i> (12 spp.) y <i>Eucinetus</i> (21 spp.)	Vit, 1990, 1999; Lawrence, 1991
Derodontidae*	<i>Derodontus</i> (8 spp. de Norteamérica y Eurasia)	Lawrence, 1991; Leschen, 2002b
Anobiidae	Algunos géneros de Dorcatominae: <i>Byrrhodes</i> (11 spp. en América), <i>Caenocara</i> (21 spp. en América) y <i>Dorcatoma</i> (13 spp. en América).	Lawrence, 1991; Philips, 2002
Phloiophilidae*	<i>Phloiophilus</i> (2 spp. de Europa y África)	Lawrence, 1991
Trogossitidae	Peltinae (<i>Ostoma</i> , 3 spp. en América y <i>Thymalus</i> , 1 spp. en América), Calitinae (<i>Calitys</i> , 2 spp. en América) y Protopeltinae (Nueva Zelanda)	Lawrence, 1991; Leschen, 2002b
Nitidulidae	Cyllodini (17 gen. Y 240 spp.) y Nitidulini (al menos <i>Phenolia</i> (1 sp. en Norteamérica), <i>Aphenolia</i> (1 sp. en Norteamérica), <i>Thalycra</i> 16 spp. en Norteamérica), <i>Pocadius</i> (12 spp. en América), <i>Hebascus</i> (12 spp. en América), <i>Teichostethus</i> (2 spp. en América) y otros).	Blackwelder, 1945; Lawrence, 1991; Leschen y Carlton, 1994; Leschen, 1999; Habeck, 2002
Hobartiidae*	2 géneros de Australia, Chile y Argentina	Lawrence, 1991
Cryptophagidae	Algunas spp. de <i>Cryptophagus</i> (29 spp. en Norteamérica), <i>Pteryngium</i> (1 sp. en Norteamérica) y <i>Crosimus</i> (4 spp. en Norteamérica)	Lawrence, 1991; Leschen y Skelley, 2002
Erotylidae	Todos los grupos (2 500 spp.)	Skelley y McHugh, 2002
Alexiidae*	<i>Sphaerosoma</i> (50 spp. del Viejo Mundo)	Lawrence, 1991
Discolomidae	<i>Aphanocephalus</i> (Asia, África y Australia) y <i>Fallia</i> (3 spp. de Belice a Panamá)	Blackwelder, 1945; Lawrence, 1991
Endomychidae	La mayoría de las 1 300 spp.	Skelley y Leschen, 2002
Corylophidae	Algunas spp. de <i>Holopsis</i> (19 spp. de América)	Blackwelder, 1945; Lawrence, 1989; Bowstead y Leschen, 2002
Latridiidae	<i>Algunas spp. de Corticaria</i> (41 spp. en América), algunas spp. de <i>Metophtalmus</i> (36 spp.)	Blackwelder, 1945; Lawrence, 1991; Andrews, 1976; 2002
Mycetophagidae	La mayoría de los 18 gen. y 200 spp. (excepto <i>Berginus</i> y <i>Typhaea</i>)	Lawrence, 1991; Young, 2002
Archeocrypticidae	Algunas spp. de <i>Enneboeus</i> (14 spp.) y <i>Enneboeopsis</i> (2 spp. de Australia)	Merkel, 1988; Lawrence, 1994
Pterogeniidae*	2 géneros y 8 spp. de Asia y Oceanía	Lawrence, 1991
Ciidae	40 géneros y 550 spp.	Thayer y Lawrence, 2002
Tetratomidae	13 géneros y 155 spp.	Young y Pollock, 2002
Melandryidae	La mayoría de las 430 spp.	Lawrence, 1991; Pollock, 2002
Mordellidae	Algunas larvas de <i>Mordella</i> (más de 500 spp.)	Lawrence, 1991; Jackman y Lu, 2002
Zopheridae	Algunas spp. de <i>Phellopsis</i> (7 spp.)	Slipinski y Lawrence, 1999; Ivie, 2002
Ulodidae*	<i>Ulodes</i> , <i>Dipsaconia</i> y <i>Brouniphyllax</i> (Australia y Nueva Zelanda)	Lawrence, 1991; Lawrence y Newton, 1995
Tenebrionidae	Bolitophagini (21 gen. a nivel mundial, en América 6 gen. y 20 spp.), Diaperini (al menos <i>Platydesma</i> (113 spp. en América), <i>Diaperis</i> (9 spp. en América), <i>Neomida</i> (37 spp. en América), <i>Pentaphyllus</i> (2 spp. en América), <i>Alphitophagus</i> (1 sp. en América), <i>Ceropria</i> (? spp) y <i>Cosmonota</i> (9 spp.), Toxicini (en América 4 gen. y 19 spp.) y probablemente <i>Cuphotes</i> (31 spp.)	Blackwelder, 1945; Doyen, 1988; Lawrence, 1991; Aalbu <i>et al.</i> , 2002a; 2002b; Obs. Pers. (<i>Cuphotes</i> y <i>Cosmonota</i>)
Anthribidae	<i>Euparius</i> (75 especies a nivel mundial)	Lawrence, 1991; Valentine, 1998

(*) Grupos que no están presentes en México.

Sin embargo, el cuidado parental de las larvas ha sido observado principalmente en esporocarpos relativamente blandos y efímeros. La pupación dentro del hongo sólo ocurre en especies que se alimentan de hongos coriáceos y persistentes, las que se alimentan de hongos blandos pupan en el suelo (Leschen, 1991).

DIVERSIDAD

La diversidad de estos grupos de coleópteros es impresionante, no sólo porque se encuentran familias muy ricas en número de especies como Staphy-

linidae y Tenebrionidae, sino además debido a que la morfología, hábitos, ecología y distribución de éstas son extremadamente variados y, por si fuera poco, escasamente conocidos en muchos de sus grupos, especialmente los que habitan las zonas tropicales. Por estas razones, a la fecha no es posible especificar todos los taxa de estas 29 familias que deben ser considerados micetobiontes, por lo que los grupos incluidos en este estudio son aquellos de los cuales se tienen evidencias de sus hábitos, o bien que sus especies cogenéricas se comportan como organismos micetobiontes.

De las 116 familias de coleópteros registradas para México (Navarrete-Heredia y Fierros-López,

CUADRO 2. Grupos de coleópteros micetobiontes de México

FAMILIA	GRUPOS MICETOBIONTES	REFERENCIAS
Ptiliidae	<i>Nanosella</i> (1 sp.) y <i>Cylindrosella</i> (1 sp.)	Hall, 1999
Leiodidae	<i>Hydnobius</i> sp., <i>Colenis</i> sp., <i>Aglyptinus</i> (2 spp.) y <i>Creagrophorus</i> (1 sp.)	Peck, 2000; Peck <i>et al.</i> , 2000; Delgado, 2004
Staphylinidae	<i>Sepedophilus</i> (8 spp.), Gyrophaenina (15 spp. descritas, muchas no descritas), Scaphidiinae (46 spp.), <i>Oxyporus</i> (8 spp.)	Navarrete-Heredia <i>et al.</i> , 2002; Fierros-López, 2005; 2006; Márquez y Asiain, 2006
Scarabaeidae	<i>Phanaeus halffierorum</i> Edmonds	Edmonds, 1980
Eucinetidae	<i>Nycteus</i> (1 sp.), <i>Eucinetus</i> (2 spp.)	Vit, 1990, 1999
Anobiidae	<i>Caenocara</i> (3 spp.)	Blackwelder, 1945
Nitidulidae	Cyllodini (<i>Cyclocaccus</i> sp., <i>Cyllodes</i> 4 spp., <i>Eusphaerius</i> 2 spp., <i>Mecyllodes</i> 1 sp., <i>Pallodes</i> 12 spp., <i>Somatoxus</i> 2 spp., <i>Oxycnemus</i> 1 sp. y <i>Psilopyga</i> 1 sp.) y algunos Nitidulinae (<i>Pocadius</i> 2 spp., <i>Hebascus</i> 2 spp., <i>Teichostethus</i> 1 sp.)	Blackwelder, 1945; Navarrete-Heredia, 2003; Delgado, 2004
Erotylidae	25 géneros y 123 spp.	Navarrete-Heredia <i>et al.</i> , 2004
Endomychidae	17 géneros y 61 especies	Blackwelder, 1945; Tomaszewska, 2000; Arriaga com. pers.
Corylophidae	<i>Holopsis</i> sp.	Delgado, 2004
Latridiidae	<i>Metophthalmus</i> (1 sp.)	Blackwelder, 1945
Mycetophagidae	<i>Catopius</i> (1 sp.), <i>Litargus</i> (3 spp.) y <i>Triphyllus</i> (1 sp.)	Blackwelder, 1945; Young, 2002
Archeocrypticidae	<i>Enneboeus</i> (3 spp.)	Merkel, 1988
Ciidae	8 géneros y 42 especies	Navarrete-Heredia y Burgos-Solorio, 2000
Tetratomidae	<i>Hallomenus</i> (1sp.) y <i>Eustrophopsis</i> (6 spp.)	Nikitsky, 1998
Melandryidae	12 gen. y 14 spp.	Blackwelder, 1945; Pollock, 2002
Mordellidae	37 spp. de <i>Mordella</i>	Blackwelder, 1945
Tenebrionidae	Bolitophagini (3 spp. de <i>Rhipidandrus</i>), Diaperini (<i>Platydemia</i> (39 spp.), <i>Diaperis</i> (1 sp.), <i>Neomida</i> (12 spp.), <i>Alphitophagus</i> (1 sp.), <i>Cosmonota</i> (1 sp.), Toxicini (<i>Diceroderes</i> [1 sp.] y <i>Wattius</i> [1 sp.]) y <i>Cuphotes</i> (2 spp.)	Aalbu <i>et al.</i> , 2002b
Anthribidae	<i>Euparius</i> (8 spp.)	Blackwelder, 1947; Valentine, 1998

2001), 19 presentan grupos micetobiontes. No obstante, la diversidad de grupos como Coleoptera dista mucho de ser moderadamente conocida en nuestro país, al igual que en otros países tropicales. De tal forma, la información aquí presentada debe ser tomada con reserva, ya que sólo representa un primer acercamiento a la enorme diversidad de los escarabajos micetobiontes de México (cuadro 2).

Con base en la literatura consultada se estimó un número aproximado de 8 822 especies de 29 familias de coleópteros micetobiontes, de las cuales cerca de 484 especies ocurren en México. Para el estado de Veracruz, presentamos un listado de 250 especies de 16 familias (apéndice VIII.39) que, aunque no refleja la riqueza real del estado, permite suponer que Veracruz ha sido una de las entidades más estudiadas en cuanto a su coleopterofauna, debido principalmente a los trabajos realizados durante el siglo XIX (reflejado en la magna obra *Biologia Centrali-Americana*), y en los inicios del siglo XX (figuras 1 a 4).



FIGURA 1. *Gibbifer boisduvali* (Chevrolat), larvas y adulto alimentándose de hongos sobre corteza (Foto: Leonardo Delgado).



FIGURA 2. *Erotylina leoparda* (Lacordaire) sobre un poliporáceo (*Poria* sp., Banderilla, Veracruz) (Foto: Alejandro Delgado).



FIGURA 3. *Cis tetracentrum* Gorham representante de los diminutos coleópteros de la familia Ciidae (Foto: Leonardo Delgado).

DISTRIBUCIÓN

Los coleópteros micetobiontes se encuentran en prácticamente todos los ecosistemas y biomas terrestres, aunque algunos grupos están restringidos a cierto tipo de altitudes, climas y regiones. En el caso de Veracruz, la distribución que se indica para algunas de las especies, está basada principalmente en los datos obtenidos durante las primeras exploraciones biológicas de nuestro territorio (apéndice VIII.39). Por ello, existe un fuerte sesgo hacia locali-



FIGURA 4. *Pselaphacus semiclathratus* Lacordaire, coleóptero micetófago de la familia Erotylidae (Foto: J. Luis Navarrete).

dades como Córdoba, San Francisco Toxpan y Xalapa, las cuales fueron visitadas frecuentemente en los itinerarios que siguieron los colectores del siglo XIX. De igual forma, en el caso de varias localidades de la región de Los Tuxtlas, la cual ha sido una de las áreas del estado más visitada con fines de recolección, investigación y docencia.

Por estas razones, la mayoría de las 67 especies de coleópteros micetobiontes, hasta ahora endémicas de Veracruz, se encuentran registradas únicamente en estas localidades. Sin embargo, cabe preguntarse también si esas especies serán conocidas únicamente por los especímenes tipo que sirvieron para su descripción, lo que sería un reflejo de la escasa exploración biológica del estado.

Por otra parte, destaca la ausencia de seis familias de coleópteros micetobiontes en el territorio mexicano, lo cual es debido a la distribución restringida de éstas, ya sea en el hemisferio norte (grupos

holárticos) o en el hemisferio sur (grupos australes). Asimismo, aunque las familias Trogossitidae, Cryptophagidae, Discolomidae y Zopheridae no presentan registros de grupos micetobiontes en México, no quiere decir que estas familias estén ausentes en el país, sino que están representadas por otros grupos con hábitos distintos. Lo mismo sucede en Veracruz, en donde además de las familias anteriores, no existen registros de grupos micetobiontes de las familias Scarabaeidae, Eucinetidae y Anobiidae, aunque están bien representadas por grupos con otros hábitos.

IMPORTANCIA

Como muchos otros grupos biológicos, la importancia de los coleópteros micetobiontes radica en el papel que juegan en el funcionamiento de los ecosistemas, en este sentido su abundancia y capacidad de consumir los tejidos fúngicos, permite poner a disposición de las comunidades una mayor cantidad de materia y energía, al mismo tiempo que se adicionan cadenas tróficas, lo que aumentaría la conectividad de las redes tróficas y la estabilidad de las comunidades. En otros aspectos, la elevada diversidad taxonómica de estos organismos los califica para ser utilizados potencialmente en estudios de biogeografía, macroecología y conservación de la biodiversidad. En este sentido, las 250 especies de escarabajos micetobiontes registradas en Veracruz, representan una fuente de información que puede ser utilizada en un diagnóstico previo de la biodiversidad del estado, tomando en cuenta el relativamente bajo nivel de conocimiento que se tiene de los insectos de nuestro país y la intensa destrucción de sus ecosistemas naturales.

AGRADECIMIENTOS. Los autores agradecen a Emmanuel Arriaga por los detalles de la familia Endomychidae, a Alfred Newton Jr. por la informa-

ción de varias especies de Staphylinidae, y a Paul Skelley por la información de distribución de las especies de Erotylidae.

LITERATURA CITADA

- AALBU, R.L., C.A. Triplehorn, J.M. Campbell, K.W. Brown, R.E. Somerby y D.B. Thomas, 2002a, Tenebrionidae Latreille 1802, en R.H. Arnett Jr., M.C. Thomas, P.E. Skelley y J. H. Frank (eds.), *American Beetles*, vol. 2, Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea. CRC Press, Nueva York, pp. 463-509.
- AALBU, R.L., G.E. Flores y C.A. Triplehorn, 2002b, Tenebrionidae, en J. Llorente-Bousquets y J.J. Morrone (eds.)m *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*, vol. III, UNAM/Conabio, México, pp. 499-512.
- ANDREWS, F.G., 1976, A revision of the North American species of *Metophtalmus* (Coleoptera: Lathridiidae), *The Coleopterists Bulletin* 30 (1): 37-56.
- , 2002, Latridiidae Erichson 1842, en R.H. Arnett Jr., M.C. Thomas, P.E. Skelley y J.H. Frank (eds.), *American Beetles*, vol. 2 Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea, CRC Press, Nueva York, pp. 395-398
- ARNETT, R.H. Jr. y M.C. Thomas (eds.), 2001, *American Beetles Archostemata, Myxophaga, Adephaga, Polyphaga: Staphyliniformia*, CRC Press, Nueva York, 443 pp.
- ARNETT, R.H. Jr., M.C. Thomas, P.E. Skelley y J.H. Frank (eds.), 2002, *American Beetles Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea*, CRC Press, Nueva York, 861 pp.
- ARROW, G.J., 1909, Systematics notes on Coleoptera of the clavicorn families, *The Annals and Magazine of Natural History* 4: 190-196. (1)
- ASHE, J.S., 1984, Generic revision of the subtribe Gyrophaenina (Coleoptera: Staphylinidae: Aleocharinae) with a review of the described subgenera and major features of evolution, *Quaestiones Entomologicae* 20: 129-349.
- BERNHAEUER, M., 1910, Beitrag zur kenntnis der Staphyliniden-fauna von Zentralamerika, *Verhandlungen der Kaiserlich-Königlichen Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien* 60: 350-393. (2)
- , 1920, Neue Staphyliniden aus Mittelamerika, *Wiener Entomologische Zeitung* 38: 44-47. (3)
- , 1929, Neue Staphyliniden aus Mittelamerika, *Wiener Entomologische Zeitung* 46: 186-208. (4)
- BLACKWELDER, R.E., 1944-1957, Checklist of the coleopterous insects of Mexico, Central America, the West Indies, and South America Parts 1-6, *Bulletin of the United States National Museum* 185: 1-1492. (5)
- BOWESTEAD, S. y R.A.B. Leschen, 2002, Corylophidae LeConte 1852, en Arnett, R.H. Jr., M.C. Thomas, P.E. Skelley y J.H. Frank (eds.), *American Beetles*, vol. 2 Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea, CRC Press, Nueva York, pp. 390-394.
- BOYLE, W.W., 1956, A revision of the Erotylidae of America north of Mexico (Coleoptera), *Bulletin of the American Museum of Natural History* 110: 61-172. (6)
- BRUNS, T.D., 1984, Insect mycophagy in the Boletales: Fungivore diversity and the mushroom habitat, en Q.D. Wheeler y M. Blackwell (eds.), *Fungus-Insects Relationships: Perspectives in Ecology and Evolution*, Columbia University Press, Nueva York, pp. 91-129.
- CHAMPION, G.C., 1884-1893, *Biologia Centrali-Americana*, vol. IV, Parts 1-2, Insecta, Coleoptera, Heteromera, Taylor & Francis, Londres, 572 pp. (7)
- DELGADO, L., 2004, *Análisis de los coleópteros (Insecta) micetócolos de basidiomicetos (Fungi) en dos tipos de vegetación del centro de Veracruz, México*, tesis de maestría. Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., México, 98 pp. (8)
- DOYEN, J.T., 1988, Tenebrionidae and Zopheridae of the Chamela Biological Station and vicinity, Jalisco, Mexico (Coleoptera), *Folia Entomológica Mexicana* 77: 211-276.

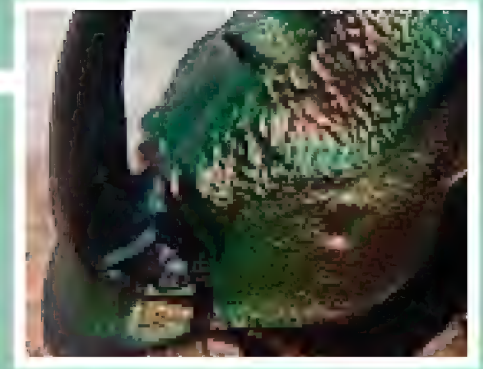
- EDMONDS, W.D., 1980, A new species of *Phanaeus* from Mexico (Coleoptera: Scarabaeidae), *Pan-Pacific Entomologist* 55 (2): 99-105.
- FIERROS-LÓPEZ, H.E. 2002, Descripción de dos especies nuevas de *Cyparium* Erichson, 1845 (Coleoptera: Staphylinidae) de México, *Dugesiana* 9 (2): 7-14. (9)
- , 2005. Revisión del género *Scaphidium* Olivier, 1790 (Coleoptera: Staphylinidae) de México y Centroamérica, *Dugesiana* 12 (2): 1-152. (10)
- , 2006, Four new species of *Scaphisoma* Leach with maculate elytra (Coleoptera: Staphylinidae: Scaphidiinae) from México, with new records and comments on *S. balteatum* Matthews, *Zootaxa* 1279: 53-68. (11)
- GORHAM, H.S., 1880-1886, *Biologia Centrali-Americana*, vol. III, Part 2, Insecta, Coleoptera, Malacodermata, Taylor & Francis, Londres, 372 pp. (12)
- , 1887-1899, *Biologia Centrali-Americana*, vol. VII, Insecta, Coleoptera, Erotylidae, Endomychidae and Coccinellidae, Taylor & Francis, Londres, 276 pp. (13)
- HABECK, D.H., 2002, Nitidulidae Latreille 1802, en R.H. Arnett Jr., M.C. Thomas, P.E. Skelley y J.H. Frank (eds.), *American Beetles*, vol. 2 Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea, CRC Press, Nueva York, pp. 311-315.
- HALFFTER, G. y E.G. Matthews, 1966, The natural history of dung beetles of subfamily Scarabaeinae, *Folia Entomológica Mexicana* 12-14: 1-312.
- HALL, W.E., 1999, Generic revision of the tribe Nanoseellini (Coleoptera: Ptilidae: Ptilinae), *Transactions of the American Entomological Society* 125 (1-2): 39-126.
- , 2001, Ptilidae Erichson, 1845, en R.H. Arnett Jr. y M.C. Thomas (eds.), *American Beetles Archostemata, Myxophaga, Adephaga, Polyphaga: Staphyliniformia*, CRC Press, Nueva York, pp. 233-246.
- HAMMOND, P.M. y J.F. Lawrence, 1989, Appendix: Mycophagy in insects: A summary, en Wilding, N., N.M. Collins, P.M. Hammond y J.F. Weber (eds.), *Insect-Fungus Interactions*, Academic Press, Londres, pp. 275-324.
- HANSKI, I., 1989, Fungivory: Fungi, insects and ecology, en N. Wilding, N.M. Collins, P. M. Hammond y J.F. Weber (eds.), *Insect-Fungus Interactions*, Academic Press, Londres, pp. 25-68.
- HERMAN Jr., L.H., 2001, Catalog of the Staphylinidae (Insecta: Coleoptera). 1758 to the end of the second millennium, *Bulletin of the American Museum of Natural History* 265: 1-4218.
- IVIE, M.A., 2002, Zopheridae Solier 1834, en R.H. Arnett Jr., M.C. Thomas, P.E. Skelley y J.H. Frank (eds.), *American Beetles*, vol. 2, Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea. CRC Press, Nueva York, pp. 457-462.
- JACKMAN, J.A. y W. Lu, 2002, Mordellidae Latreille 1802, en R.H. Arnett Jr., M.C. Thomas, P.E. Skelley y J.H. Frank (eds.), *American Beetles*, vol. 2, Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea, CRC Press, Nueva York, pp. 423-430.
- JOHNSON, D.H., 1967, Neotropical species of the genus *Triplax* Herbst and review of genus *Haematochiton* Gorham (Coleoptera: Erotylidae), *Proceedings of the United States National Museum* 123: 1-25. (14)
- JORDAN, K., 1906, *Biologia Centrali Americana*, vol. IV, Part 6, Insecta, Coleoptera, Anthribidae, Taylor & Francis, Londres, 396 pp. (15)
- LAWRENCE, J.F., 1967, Delimitation of the genus *Cera-cis* (Coleoptera: Ciidae) with a revision of North American species, *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology* 136 (6): 91-144. (16)
- , 1971, Revision of the North American Ciidae (Coleoptera), *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology* 142 (5): 419-522. (17)
- , 1987, A new genus of Ciidae (Coleoptera, Tenebrionoidea) from the Neotropical region, *Revista Brasileira de Entomologia* 31 (1): 41-47. (18)
- , 1989, Mycophagy in the Coleoptera: Feeding strategies and morphological adaptations, en N. Wilding, N.M. Collins, P.M. Hammond y J.F. Weber (eds.), *Insect-Fungus Interactions*, Academic Press, Londres, pp. 1-23.

- , 1991, Order Coleoptera, en F.W. Stehr (ed.), *Immature Insects*, vol. 2, Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa, pp. 144-658.
- , 1994, Review of the Australian Archeocryptidae (Coleoptera), with descriptions of a new genus and four species, *Invertebrate Taxonomy* 8: 449-470.
- LAWRENCE, J.F. y A.F. Newton, 1995, Families and subfamilies of Coleoptera (with selected genera, notes, references and data on family-group names) en J. Pakaluk y S.A. Slipinski (eds.), *Biology, Phylogeny and Classification of Coleoptera: Papers Celebrating the 80th Birthday of Roy A. Crowson*, Muzeum i Instytut Zoology PAN, Warszawa, pp. 779-1006.
- LESCHEN, R.A.B., 1991, Ecological and behavioral correlates among mycophagous Coleoptera, en J.L. Navarrete-Heredia y G.A. Quiroz-Rocha (eds.), *Memorias del I Simposio Nacional sobre la Interacción Insecto-Hongo*, Sociedad Mexicana de Entomología, Veracruz, México, pp. 171-192.
- , 1999, Systematics of Nitidulinae (Coleoptera: Nitidulidae): phylogenetic relationships, convexity and the origin of phallalophagy, *Invertebrate Taxonomy* 13: 845-882.
- , 2002a, Derodontidae LeConte 1861 en R.H. Arnett Jr., M.C. Thomas, P.E. Skelley y J.H. Frank (eds.), *American Beetles*, vol. 2, Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea, CRC Press, Nueva York, pp. 221-223.
- , 2002b, Trogossitidae Latreille 1802, en R.H. Arnett Jr., M.C. Thomas, P.E. Skelley y J.H. Frank (eds.), *American Beetles*, vol. 2, Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea, CRC Press, Nueva York, pp. 263-266.
- LESCHEN, R.A.B. y C.E. Carlton, 1994, Three new species and new record of neotropical *Pocadius* Erichson 1843 (Coleoptera Nitidulidae), *Tropical Zoology* 7: 209-216.
- LESCHEN, R.A.B. y P.E. Skelley, 2002, Cryptophagidae Kirby 1837, en R.H. Arnett Jr., M. C. Thomas, P.E. Skelley y J.H. Frank (eds.), *American Beetles*, vol. 2, Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea, CRC Press, Nueva York, pp. 338-342.
- MÁRQUEZ, J. y J. Asiain, 2006, A new Mexican species of *Oxyporus* (Coleoptera: Staphylinidae: Oxyporinae), *Zootaxa* 1155: 51-60.
- MÁRQUEZ, J., J. Asiain y H.E. Fierros López, 2005, A new species of *Oxyporus* (Coleoptera: Staphylinidae: Oxyporinae) from Mexico, with notes on some poorly known species, *Zootaxa* 954: 1-12. (19)
- MATTHEWS, A., 1887-1888, *Biologia Centrali-Americana*, vol. II, Part 1, Insecta, Coleoptera, Silphidae, Corylophidae, Trichopterygidae, Sphaeriidae, Scaphidiidae, Taylor & Francis, Londres, 717 pp. (20)
- MERKL, O., 1988, Novelties of *Sivacrypticus* Kaszab, 1964 and *Enneboeus* Waterhouse, 1878 (Coleoptera, Archeocryptidae), *Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici* 80: 71-78. (21)
- NAVARRETE-HEREDIA, J.L., 1991a, Análisis preliminar de los coleópteros micetócolos de Basidiomycetes de San José de los Laureles, Mor., México, en J.L. Navarrete-Heredia, y G.A. Quiroz-Rocha (eds.), *Memorias del I Simposio Nacional sobre la Interacción Insecto-Hongo*, Sociedad Mexicana de Entomología, Veracruz, México, pp. 115-149.
- , 1991b, Nuevos registros de algunas especies de ciidos (Insecta: Coleoptera) de Veracruz y el Estado de México con notas sobre sus hospederos y fauna acompañante, *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 41: 53-66. (22)
- , 1997, Coleópteros asociados a Basidiomycetes, en E. González-Soriano, R. Dirzo y R.C. Vogt (eds.), *Historia Natural de Los Tuxtlas*, UNAM, México, pp. 379-380. (23)
- , 2003, Notes on Mexican *Psilopyga* and *Oxycnemus* (Coleoptera: Nitidulidae), *Entomological News* 114 (2): 81-85. (24)
- NAVARRETE-HEREDIA, J.L. y A. Burgos-Solorio, 2000, Ciidae (Coleoptera), en J. Llorente-Bousquets, E. González-Soriano y N. Papavero (eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de Artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*, vol. II, UNAM/Conabio, México, pp. 413-420. (25)
- NAVARRETE-HEREDIA, J.L. y H.E. Fierros-López, 2001, Coleoptera de México: Situación actual y perspecti-

- vas de estudio, en J.L. Navarrete-Heredia, H.E. Fierros-López y A. Burgos-Solorio (eds.), *Tópicos sobre Coleoptera de México*, Universidad de Guadalajara y Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Guadalajara, México, pp. 1-21.
- NAVARRETE-HEREDIA, J.L. y J. Márquez, 1995, Rediscovery of *Oxyporus flobri* (Coleoptera: Staphylinidae) from Mexico and new distributional records of two other *Oxyporus*, *Entomological News* 106: 39-43. (26)
- NAVARRETE-HEREDIA, J.L. y R. Novelo-Gutiérrez, 2000, New distributional data and first record of gregarious behavior for *Aegithus melaspis* (Coleoptera: Erotylidae) from Mexico, *Entomological News* 111 (1): 21-24. (27)
- NAVARRETE-HEREDIA, J.L., A.F. Newton, M.K. Thayer, J.S. Ashe y D.S. Chandler, 2002, *Guía ilustrada para los géneros de Staphylinidae (Coleoptera) de México*, Universidad de Guadalajara/Conabio, México, 401 pp. (28)
- NAVARRETE-HEREDIA, J.L., P.E. Skelley y G.A. Quiroz-Rocha, 2004, Erotylidae (Coleoptera), en J.E. Llorente-Bousquets, J.J. Morrone, O. Yáñez-Ordóñez y I. Vargas-Fernández (eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*, vol. IV, UNAM/Conabio, México, pp. 659-667.
- NEWTON, A.F., 1984, Mycophagy in Staphylinidae (Coleoptera), en Q.D. Wheeler y M. Blackwell (eds.), *Fungus-Insects Relationships: Perspectives in Ecology and Evolution*, Columbia University Press, Nueva York, pp. 302-353.
- NIKITSKY, N.B., 1998, *Generic classification of the beetle family Tetratomidae (Coleoptera, Tenebrionoidea) of the world, with description of new taxa*, Pensoft, Sofia, 80 pp. (29)
- PALLISTER, J.C., 1955, The pleasing fungus beetles collected on the explorers club-American Museum of Natural History Entomological Expedition to Yucatan, Mexico (Coleoptera: Erotylidae), *American Museum Novitates* (1745): 1-8. (30)
- PECK, S.B., 2000, Leiodidae (Coleoptera), en J. Llorente-Bousquets, E. González-Soriano y N. Papavero (eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*, vol. II, UNAM/Conabio, México, pp. 439-452. (31)
- PECK, S.B., P. Gnaspini y A.F. Newton, 2000, Catalogue and generic keys for the Leiodidae of Mexico, West Indies, and Central and South America (Insecta: Coleoptera), *Giornale Italiano di Entomologia* 9: 37-72.
- PHILIPS, T.K., 2002, Anobiidae Fleming 1821, en R.H. Arnett, M.C. Thomas, P.E. Skelley y J.H. Frank (eds.), *American Beetles*, vol. 2, Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea, CRC Press, Nueva York, pp. 245-260.
- POLLOCK, D.A., 2002, Melandryidae Leach 1815, en R.H. Arnett Jr., M.C. Thomas, P.E. Skelley y J.H. Frank (eds.), *American Beetles*, vol. 2, Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea, CRC Press, Nueva York, pp. 417-422.
- SCHUBERT, K., 1902, Ein neuer mexicanischer *Conurus*, *Deutsche Entomologische Zeitschrift* 1902: 410. (32)
- SHARP, D., 1882-1887, *Biologia Centrali-Americana*, vol. I, Part 2, Insecta, Coleoptera, Haliplidae, Dytiscidae, Gyrinidae, Hydrophilidae, Heteroceridae, Par-nidae, Georissidae, Cyathoceridae, Staphylinidae, Taylor & Francis, Londres, 824 pp. (33)
- , 1888-1905, *Biologia Centrali Americana*, vol. II, Part 1, Insecta, Coleoptera, Phalacridae, Nitidulidae, Trogossitidae, Synteliidae, Adimeridae, Colydiidae, Rhysodidae, Cucujidae, Monotomidae, Cryptophagidae, Latridiidae, Mycetophagidae, Dermestidae, Byrrhidae, Rhipidandri, Taylor & Francis, Londres, 717 pp. (34)
- SKELLEY, P.E., 1997, Revision of the genus *Scaphengis* Gorham (Erotylidae: Encaustinae), *The Coleopterists Bulletin* 51(2): 155-167. (35)
- , 1998, Revision of the genus *Ischyrys* Lacordaire 1842 of North and Central America (Coleoptera: Erotylidae: Tritominae), *Occasional Papers of the Florida State Collection of Arthropods* 9: 1-134. (36)
- SKELLEY, P.E. y R.A.B. Leschen, 2002, Endomychidae Leach 1815, en R.H. Arnett Jr., M. C. Thomas, P.E.

- Skelley y J.H. Frank (eds.), *American Beetles*, vol. 2, Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea, CRC Press, Nueva York, pp. 366-370.
- SKELLEY, P.E. y J.V. McHugh, 2002, Erotylidae Leach 1815, en R.H. Arnett Jr., M.C. Thomas, P.E. Skelley y J.H. Frank (eds.), *American Beetles*, vol. 2, Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea, CRC Press, Nueva York, pp. 348-353.
- SLIPINSKI, S.A. y J.F. Lawrence, 1999, Phylogeny and classification of Zopheridae *sensu novo* (Coleoptera: Tenebrionoidea) with a review of the genera of Zopherinae (excluding Monommatini), *Annales Zoologici* 49 (1-2): 1-53.
- STROHECKER, H.F., 1975, A review of the genus *Ephesus* (Coleoptera: Endomychidae), *The Coleopterists Bulletin* 29 (4): 333-337. (37)
- , 1977, Revision of the genus *Epipocus* (Coleoptera: Endomychidae), *Transactions of the American Entomological Society* 103: 303-325. (38)
- THAYER, M.K. y Lawrence, J.F., 2002, Ciidae Leach in Samouelle 1819, en Arnett, R.H. Jr., M.C. Thomas, P.E. Skelley y J.H. Frank (eds.), *American Beetles*, vol. 2, Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea, CRC Press, Nueva York, pp. 403-412.
- TOMASZEWSKA, K.W., 2000, Morphology, phylogeny and classification of adult Endomychidae (Coleoptera: Cucujoidea), *Annales Zoologici* 50 (4): 449-558. (39)
- TRIPLEHORN, C.A. y Wheeler, Q.D., 1979, Systematic placement and distribution of *Uloporus ovalis* Casey (Coleoptera: Heteromera: Archeocrypticidae), *The Coleopterists Bulletin* 33 (2): 245-250. (40)
- VALENTINE, B.D., 1998, A review of Nearctic and some related Anthribidae (Coleoptera), *Insecta Mundi* 12 (3-4): 251-296.
- VIT, S., 1990, Révision des espèces néotropicales du genre *Eucinetus* Germar (Coleoptera: Eucinetidae), *Naturaliste Canadien* 117: 103B122.
- , 1999, Sur les genres *Nycteus* Latreille, 1829 et *Eucinetus* Germar, 1818 (Coleoptera, Eucinetidae), *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft* 72: 387-394.
- WHEELER, Q.D., 1991, Fungus-Coleoptera associations: Analysis of biodiversity, en Navarrete-Heredia, J.L. y G.A. Quiroz-Rocha (eds.), *Memorias del I Simposio Nacional sobre la Interacción Insecto-Hongo*, Sociedad Mexicana de Entomología, A.C., Veracruz, México, pp. 13-44.
- WILDING, N., N.M. Collins, P.M. Hammond y J.F. Webber (eds.), 1989, *Insect-Fungus Interactions*, Academic Press, Londres, 344 pp.
- YOUNG, D.K., 2002, Mycetophagidae Leach 1815, en R.H. Arnett Jr., M.C. Thomas, P.E. Skelley y J.H. Frank (eds.), *American Beetles*, vol. 2, Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea, CRC Press, Nueva York, pp. 399-400.
- YOUNG, D.K. y D A. Pollock, 2002, Tetratomidae Billberg 1820, en R.H. Arnett M.C. Thomas, P.E. Skelley y J.H. Frank (eds.), *American Beetles*, vol. 2, Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea, CRC Press, Nueva York, pp. 413-416.

Escarabajos del estiércol en la selva fragmentada de Los Tuxtlas



Alfonso Díaz Rojas
Eduardo Galante
Mario Enrique Favila Castillo

INTRODUCCIÓN

La fragmentación de las selvas como consecuencia de las actividades humanas ha llevado a la modificación de los paisajes tropicales (Doherty y Grubb, 2002; Wade *et al.*, 2003). Las especies que quedan confinadas dentro de los fragmentos de selva generalmente requieren de interconexiones para desplazarse (Soulé y Gilipin, 1991; Noss, 1991) debido, entre otros factores, a que los ambientes antrópicos como los pastizales y cultivos, así como los bordes de selva, son barreras que limitan sus desplazamientos (Murcia, 1995; Magura *et al.*, 2001). El movimiento de individuos entre los fragmentos se ve condicionado por la estructura de la matriz del paisaje (Bolger *et al.*, 2000; Didham *et al.*, 1998; Webb and Hopkins, 1984) y puede ser facilitado por corredores continuos que los conecten o incluso por vegetación aislada que actúe como ruta y refugio para las especies (Norton y Nix, 1991; Hill, 1995; Beier y Noss, 1998; Bennett, 1999; Berggren *et al.*; 2002). Por ello, la toma de decisiones sobre

qué tipo de conectividad se debe potenciar para conservar la biodiversidad, debe basarse en estudios científicos que pongan de manifiesto las respuestas de las especies al paisaje fragmentado.

De acuerdo con estos planteamientos, se analizó la distribución espacial y el desplazamiento principalmente de los escarabajos del estiércol (Scarabaeidae: Scarabaeinae), propios de selva en el paisaje fragmentado de Los Tuxtlas, con el objetivo de proponer posibles modificaciones en la estructura del paisaje actual que permitan mayor conectividad entre las poblaciones de este grupo de insectos que han quedado confinados en los fragmentos de selva. En nuestro estudio se analizó si los escarabajos coprófagos de selvas pueden desplazarse a través de las cercas vivas y si éstas funcionan como corredores biológicos entre fragmentos de selva. Además, se analizó el posible efecto de la distancia entre las cercas vivas y los fragmentos; así como la capacidad de dispersión de los individuos entre distintos fragmentos de selva (Díaz, 2002, 2003). Sintetizamos aquí los

trabajos de investigación que hemos efectuado durante 2001 y 2002 en un paisaje con fragmentos de selva y cercas vivas en la zona de amortiguamiento de la reserva de Los Tuxtlas (95°09' O, 18° 29' N). Estos estudios, junto con los de Estrada *et al.* (1998) en zonas agrícolas (95° 00' O, 18°25' N) y Montes de Oca (2001) en zonas ganaderas (95° 04' O, 18° 35' N), permiten plantear algunos escenarios de conservación de los escarabajos coprófagos en la región.

Los Scarabaeinae han sido propuestos como grupo indicador para analizar los cambios en la diversidad y estructura de las comunidades propias de la selva como consecuencia de las actividades humanas, principalmente la transformación de los bosques en pastizales y cultivos (Favila y Halffter, 1997; Nichols *et al.*, 2007). Sin embargo, consideramos que este tipo de estudios deberían ser también llevados a cabo con otros grupos de organismos, para poder hacer comparaciones que nos permitan elaborar propuestas más sólidas de conservación del medio.

En nuestro estudio se utilizaron modelos estadísticos para analizar los cambios que se están produciendo en la comunidad de escarabajos de Los Tuxtlas (McCune y Mefford, 1999; Colwell y Coddington, 1994; Colwell, 2000; Sørensen *et al.*, 2002), tanto en la composición de especies como en la abundancia de escarabajos (Halffter y Favila, 1993; Feinsinger, 2001). Se analizaron en fragmentos de selva, bordes de selva-pastizal, pastizales, cercas vivas con árboles, árboles aislados, cercas alambradas, barrancas con vegetación de selva y cultivos de maíz. Se seleccionaron cercas vivas interconectadas a los fragmentos y otras alejadas 4.5 km de los fragmentos estudiados, así como árboles aislados en el pastizal que se encontraban cercanos a los fragmentos de selva y otros alejados de los fragmentos. En cada sitio se colocaron trampas de caída cebadas con excremento humano y pescado para coleccionar los coleópteros coprófagos y necrófagos. Además, para conocer la distribución

vertical de las especies, se utilizaron trampas aéreas dispuestas a 2 m de altura. Asimismo, se analizó el desplazamiento de los escarabajos marcándolos (Favila, 1988) y recapturándolos en días sucesivos dentro y fuera de los fragmentos de selva con trampas de caída.

EL PAISAJE ACTUAL DE LA SELVA DE LOS TUXTLAS

La región de Los Tuxtlas representa el remanente más norteño de la selva alta perennifolia, cuyo origen se encuentra en la región amazónica (Dirzo y Miranda, 1991). Como resultado del proceso de destrucción de las selvas mexicanas y su transformación en cultivos y pastizales, en Los Tuxtlas la ganadería es actualmente una de las actividades más importantes y el paisaje es una mezcla de fragmentos de selva, pastizales, cultivos, cercas vivas y árboles aislados (Guevara *et al.*, 1997). Las cercas vivas están constituidas por árboles de *Bursera simaruba* (Burseraceae), *Erythrina folkersii* (Fabaceae), *Gliricidia sepium* (Fabaceae), *Ocotea* sp. (Lauraceae), *Croton shiideanus* (Euphorbiaceae) y *Tabernaemontana alba* (Apocynaceae). Los fragmentos de selva generalmente están conectados por cercas vivas que delimitan las tierras ganaderas. Mientras que entre los pastizales están distribuidos árboles aislados de selva como *B. simaruba* (Burseraceae), *Zanthoxylum kellermanii* (Rutaceae), *Nectandra ambigens* (Lauraceae), *Ficus yoponensis* (Moraceae) (Guevara *et al.*, 1997, 1998) y, además, árboles frutales como *Mangifera indica* (Anacardiaceae), *Pouteria sapota* (Sapotaceae), *Citrus limon* (Rutaceae), *Cedrela odorata* (Meliaceae), *Persea schiedeana* (Lauraceae) y *Pimenta dioica* (Myrtaceae). Las cercas vivas podrían servir como corredores continuos y los árboles aislados como islas o refugios discontinuos para algunas de las especies que habitan los fragmentos de selva.

CUADRO 1. Abundancia, riqueza específica y porcentaje de especies de escarabajos coprófagos y necrófagos capturados en los diferentes sitios de estudio

ESPECIES	Sel	Bor	Pas	Cer	Arb	CerA	CerL	ArbL	CerAL	Maíz	Barr	Ae	Total
Scarabaeidae													
A) Scarabaeinae													
Scarabaeini													
Canthonina													
<i>Canthon femoralis</i> (Chevrolat, 1834) ab	4	1										30	35
<i>Canthon indigaceus chiapas</i> Robinson, 1948 a			1										1
<i>Canthon subhyalinus</i> Harold, 1868 ab	1	2										30	33
<i>Deltochilum pseudoparile</i> Paulian, 1938 b	102	24											126
Coprini													
Phanaeina													
<i>Phanaeus endymion</i> Harold, 1863			3	5									8
<i>Phanaeus mexicanus</i> Harold, 1863			5			15			2	1			23
<i>Phanaeus tridens</i> Laporte, 1840			5	1		4			0				10
<i>Coprophanaeus pluto</i> (Harold, 1863)		2	83		2	38	6	13	16	2			162
Coprini													
Coprina													
<i>Copris lugubris</i> Boheman, 1858			3	3		3		1	6				16
<i>Copris sallei</i> Harold, 1869 b	21	31	1	4									57
Dichotomiina													
<i>Dichotomius amplicolis</i> Harold, 1869		3		3	1								7
<i>Dichotomius colonicus</i> (Say, 1835)		2	18	7	3	3	4	2	10	2			51
<i>Dichotomius satanas</i> (Harold, 1867) b	73	48	4	1									126
<i>Ateuchus illaesum</i> Harold, 1868 ab	27	18									1		46
<i>Scatimus ovatus</i> Harold, 1863 a			5	3	1		2		3				14
<i>Canthidium centrale</i> Boucomont, 1928 b	352	163		9			1				75	8	608
<i>Canthidium pseudoperceptibile</i>													
Kohlman y Solís 2006 ab	1												1
<i>Canthidium ardens</i> Bates, 1887 ab	7	4											11
<i>Uroxys boneti</i> Pereira & Halffter 1961 ab	5	5		1									11
<i>Uroxys microcularis</i> Howden & Young 1981 ab	125	72		1	1					1	7		207
Onthophagini													
<i>Onthophagus batesi</i> Howden & Cartwright, 1963 ab	2			3		1		3	2				11
<i>Onthophagus incensus</i> Say, 1835 a			2										2
<i>Onthophagus landolti</i> Harold, 1880 a		1		1		2			1	1			6
B) Aphodiinae													
<i>Ataenius crenulatus</i> Schmidt, 1910 a						1			1				2
<i>Ataenius carinator</i> Harold, 1874 ab	1												1
<i>Ataenius cribrithorax</i> Bates, 1887 ab	2	2							1	2			7
<i>Ataenius platensis</i> (Blanchard, 1846) a										1			1
Trogidae													
<i>Trox fuliginosus</i> Robinson, 1941			5			1			1				7
Shilphidae													
<i>Oxelitrum discicolle</i> (Breullé, 1840)								9					9
Abundancia	723	378	135	42	8	68	13	28	43	10	83	68	1599
Riqueza de especies	14	15	12	13	5	9	4	5	11	7	3	3	29
Especies de selva (%)	100	73	17	46	20	11	25	20	18	29	100	100	48
Especies estimadas (%) c	83	75	94	61	87	53	99	67	87	66	86	86	93

Sel = fragmentos de selva, Bor = bordes de selva-pastizal, Pas = pastizales, Cer = cercas vivas conectadas a los fragmentos, Arb = árboles aislados, CerA = cercas alambradas, Barr = barranca, Ae = trampas aéreas y CerL, ArbL, CerAL para los sitios alejados 4.5 km de los fragmentos. a = tamaño < 10 mm, b = especies de selva, c = Estimador Chao2 (véase Colwell y Coddington, 1994).

RIQUEZA DE ESPECIES

En total se encontraron 29 especies de escarabajos coprofágos y necrófagos (cuadro 1). Los Scarabaeinae fueron el grupo más abundante (1 583 individuos), seguidos de Shilphidae (9) y Trogidae (7). Los Scarabaeinae se encontraron en todos los ambientes, mientras que los Trogidae sólo aparecieron en pastizales y en cercas vivas, y los Shilphidae bajo árboles alejados de fragmentos.

El número estimado de las especies estudiadas para todo el paisaje supuso el 93 %. A nivel de paisaje el número de especies estimado nos sugiere una representatividad aceptable de escarabajos en el muestreo. En los fragmentos de selva, los bordes de selva-pastizal, la barranca, las trampas aéreas y los pastizales, las estimaciones estuvieron alrededor del 80 %. Sin embargo, para algunos ambientes perturbados ubicados fuera de los fragmentos (cercas vivas, árboles y los cultivos) el número de especies estimado fue más bajo que para los fragmentos y en su mayoría tuvieron valores entre el 53 y el 87 % de especies estimadas. El mayor número de especies de escarabajos se encontró en los bordes de selva-pastizal con 15 especies, seguido por los fragmentos de selva con 14, las cercas vivas con 13 y los pastizales con 12. El mayor número de especies propias de selva se encuentran en el interior de los fragmentos y, aunque en sus bordes se encuentran más especies que en su interior, tres de ellos, procedentes de pastizales, no pueden penetrar en los fragmentos de selva por lo que quedan limitadas a sus bordes.

LAS ESPECIES EN EL PAISAJE

Las especies más abundantes o dominantes fueron diferentes según el hábitat considerado, lo que constituye un buen indicador para evaluar el efecto de la perturbación del medio en cada caso. En los fragmentos de selva, los bordes de selva-pastizal y en la barranca, todas las especies dominantes fueron de

selva (*C. centrale*, *D. pseudoparile*, *U. microocularis* y *D. satanas*) (figuras 1A, B y C). La designación de si una especie se consideraba de selva o de pastizal se basó en estudios previos de Favila y Díaz (1997) y Favila (2005). En las cercas vivas que están conectadas a fragmentos únicamente se encontró una especie dominante en selva (*C. centrale*) y otra en pastizal (*D. colonicus*). En los pastizales las especies dominantes fueron de zonas abiertas del trópico mexicano (*C. pluto* y *D. colonicus*). Asimismo, en las cercas alambradas y en las cercas vivas alejadas de los fragmentos todas las especies dominantes fueron del pastizal (*C. pluto*, *P. mexicanus* y *D. colonicus*) (figuras 2A, B y C). Por su parte en los árboles alejados de los fragmentos, las especies dominantes fueron de pastizal (*C. pluto*, *D. colonicus* y *O. discicolle*). En el cultivo de maíz se encontró una especie de selva (*A. cribrithorax*) y otra de pastizal (*C. pluto*).

En los bordes de selva-pastizal únicamente fueron encontradas tres especies procedentes de pastizal (*C. pluto*, *D. colonicus*, *O. landolti*) y en los pastizales dos especies de selva (*C. sallei* y *D. satanas*) (figura 2D). Los datos obtenidos en este estudio indican que los ecotonos o bordes de selva-pastizal son zonas de recambio de especies extremadamente abruptas (véase Spector y Ayzama 2003) que en Los Tuxtlas están condicionando la presencia de especies tanto en los bordes como en los pastizales. Los bordes de selva-pastizal en los fragmentos estudiados pueden ser considerados como “bordes duros” que no permiten la conectividad de escarabajos entre fragmentos de selva (Bennett, 1999).

En selvas tropicales mexicanas bien conservadas han sido reportadas especies de alimentación generalista (copro-necrófagas), nocturnas y cava-doras (Halffter *et al.*, 1992); asimismo, en selvas de Brasil, Bolivia y México, el tamaño de los escarabajos es mayor en la selva que en los pastizales (Klein, 1989; Halffter *et al.*, 1992; Spector y Ayzama, 2003; Scheffler, 2005). Sin embargo, en los fragmentos de selva en Los Tuxtlas, la mayoría



FIGURA 1. A) *Canthidium centrale*, B) *Dichotomius satanas*, C) *Uroxys microocularis*, D) *Uroxys boneti*, E) *Canthon femoralis*, F) *Canthon indigaceus chiapas* (Foto: Alfonso Díaz).

de las especies fueron coprófagas, nocturnas, cavadoras y pequeñas (figuras 1C y D). En contraste, en los pastizales, las cercas vivas, las cercas alambradas y los árboles aislados, el número de especies generalistas y necrófagas fue más alto que en

los otros sitios. Esto indica que en el paisaje fragmentado actual de Los Tuxtlas, la presencia de especies generalistas y grandes de la selva se está perdiendo y en su lugar las especies de pequeño tamaño están dominando en los fragmentos de

selva. Sin embargo las especies grandes aparecen en los pastizales y bajo los árboles aislados situados cerca o incluso lejos de los fragmentos.

Un hecho que resulta relevante es el reducido número de especies rodadoras que se encuentran en este paisaje fragmentado. Tres especies de este grupo de escarabajos rodadores o peloteros, fueron capturadas en los fragmentos de selva y sólo una en los pastizales (figura 1E y F). Las especies rodadoras encontradas en los fragmentos (*Deltochilum pseudoparile*, *C. femoralis* y *C. subhyalinus*), aparecen exclusivamente en el interior de selvas en otros estudios (Halffter *et al.*, 1992; Favila y Díaz, 1997).

En la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas de la UNAM, que es una de las zonas mejor conservadas de la región, Favila y Díaz (1997) mencionan la existencia de nueve especies de escarabajos rodadores; sin embargo, en este trabajo únicamente se encontraron tres especies. La posible pérdida de un 66 % de rodadores puede atribuirse a la desaparición de la fauna de mamíferos arborícolas como consecuencia de la fragmentación (véase Estrada y Coates-Estrada, 2002), si bien otros factores no estudiados podrían estar también influyendo en la reducción de especies. La altitud media de los ambientes analizados en este estudio es de 653 msnm, mientras que en la estación biológica UNAM la altitud es de 120 msnm, lo que podría generar variaciones microclimáticas que explicarían en parte las diferencias en la distribución de las especies.

Por ejemplo, *C. indigaceus chiapas*, es abundante en pastizales de la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas (Favila y Díaz 1997), pero fue escasamente colectada en nuestra zona de estudio. Por esta razón es posible que la reducción en el número de escarabajos y de las especies rodadoras, pudiera deberse a la combinación de diversos factores ambientales además del impacto de la creciente fragmentación.

LA DIVERSIDAD Y EL REEMPLAZO DE ESPECIES

La complementariedad es un concepto muy útil en conservación (Colwell y Coodington, 1994). Es una forma de medir la diversidad beta o reemplazo de especies entre diferentes sitios. Dependiendo del grado de complementariedad, las estrategias de conservación serán diferentes. En el paisaje estudiado de Los Tuxtlas existe una complementariedad superior al 60 %, lo que indica un alto reemplazo de especies de escarabajos, probablemente como consecuencia de la fragmentación y la degradación del ambiente. Los fragmentos de selva, los bordes de selva-pastizal, la barranca y las trampas aéreas dentro de la selva compartieron hasta 11 especies, lo cual pone de manifiesto que las especies de selva prefieren sitios arbolados. En cambio, en la mayoría de los hábitats heliófilos analizados como los pastizales, las cercas vivas, los árboles y los cultivos, las especies compartidas con los fragmentos de selva fueron menos de cinco especies. Esto significa que en Los Tuxtlas pocas especies de selva logran salir de los fragmentos y pasar a través de la compleja red de hábitats del paisaje circundante. En consecuencia, sería necesario o bien recuperar superficie de selva, o bien mantener las interconexiones entre fragmentos a modo de corredores biológicos.

Usando métodos de ordenación, tomando como atributos de cada sitio la composición y abundancia de especies de escarabajos, se pueden considerar tres grupos de hábitats (figura 3): un grupo está constituido por sitios con cobertura arbórea, como los fragmentos de selva con sus bordes de selva-pastizal y la barranca. Un segundo grupo comprende cercas vivas alejadas de los fragmentos, los árboles aislados y alejados, las cercas alambradas y los pastizales. Mientras que un tercer grupo lo constituyen las cercas vivas, los árboles aislados y los cultivos, todos conectados o muy próximos a los fragmentos de selva. Es interesante resaltar que los árboles aislados, alejados de los fragmentos, no forman parte del grupo anterior porque comparten más especies



FIGURA 2. A) *Coprophanaeus pluto*, B) *Phanaeus mexicanus*, C) *Dichotomius colonicus*, D) *Copris sallei* (Foto: Alfonso Díaz).

heliófilas. Es decir, se requiere de una cobertura arbórea mínima para la presencia de escarabajos de selva. Resultados que ponen de manifiesto la clara relación existente entre las especies y los hábitats en

donde se encuentran, un hecho a tener en cuenta en los programas de gestión y conservación de estos paisajes tropicales.

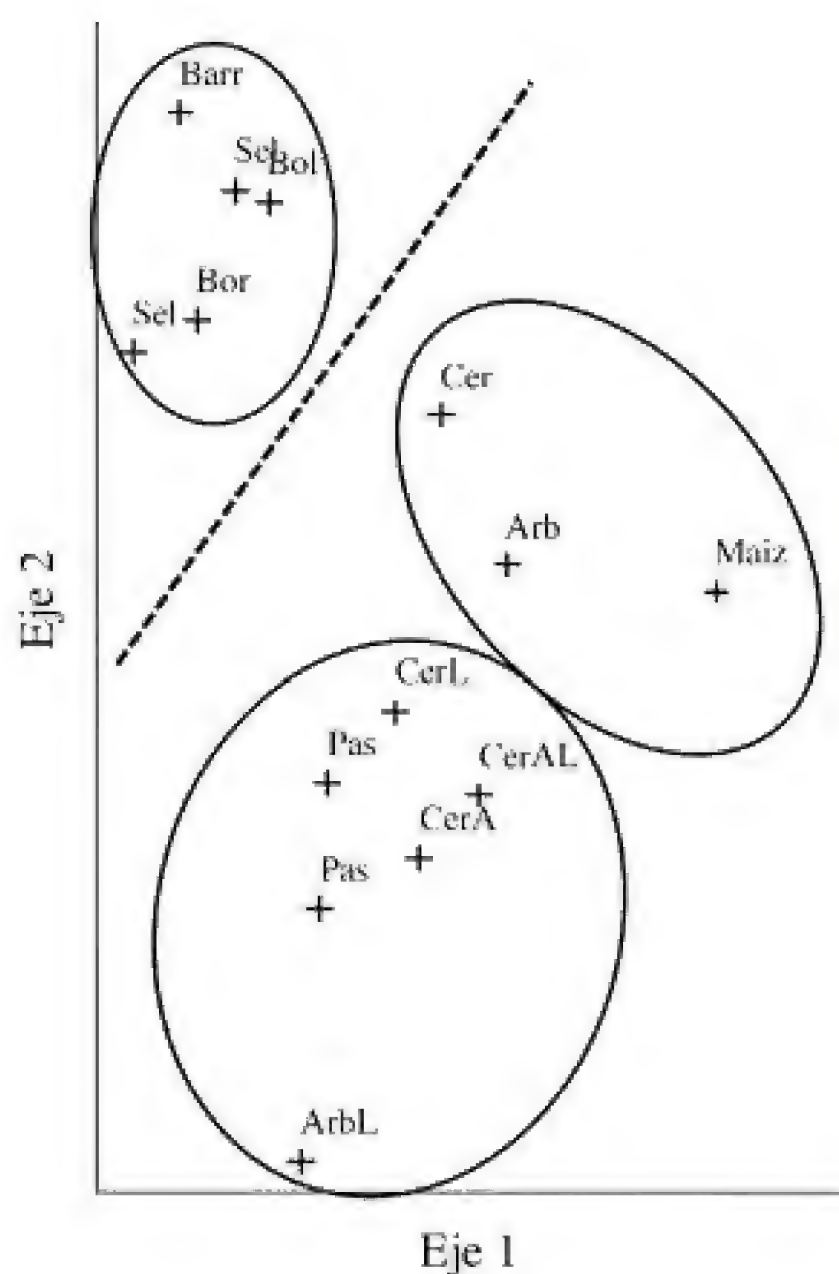


FIGURA 3. Los hábitats se ordenaron en tres grupos: la línea discrimina un grupo que representó a los fragmentos de selva con sus bordes de selva-pastizal y la barranca (arriba); un segundo grupo comprende las cercas vivas alejadas, los árboles aislados alejados, las cercas alambradas y los pastizales (abajo) y un tercer grupo lo constituyen las cercas vivas, los árboles aislados y los cultivos conectados o próximos a los fragmentos.

Los datos obtenidos en este estudio corroboran que los cambios en la estructura de la vegetación de selvas a pastizales en Los Tuxtlas, provocan la reducción en la diversidad de las especies de escarabajos de selva (figura 4). De las 16 especies de selva, únicamente tres estuvieron presentes en los pastizales, lo que indica que el 81 % de las especies de selva no puede dejar los fragmentos y transitar por los pastizales. Resultados similares fueron reportados en la selva de Palenque, Chiapas, en donde también el 81

% de las especies de selva no puede invadir las áreas recientemente clareadas (Halffter *et al.*, 1992), además de evidencias similares registradas en otras selvas tropicales fragmentadas (Howden y Neails, 1975; Klein, 1989; Vulinec, 2000; Scheffler, 2005).

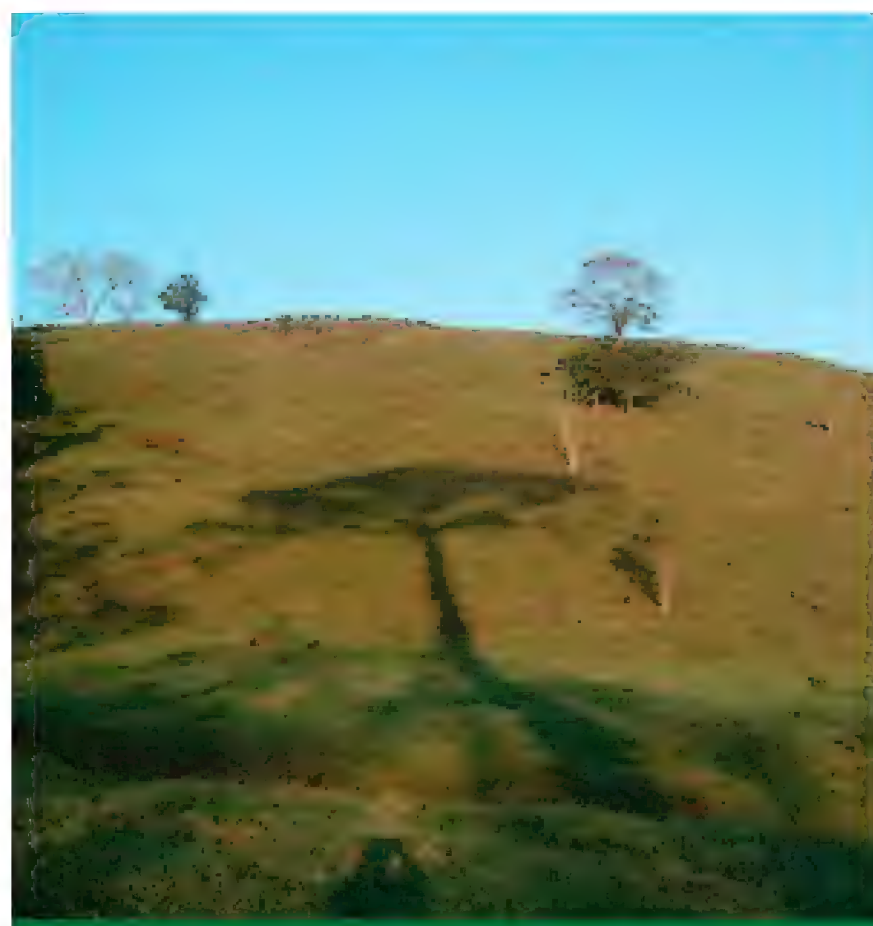


FIGURA 4. La transformación de las selvas tropicales a pastizales ha permitido la expansión de grandes extensiones de tierra a la ganadería dejando solamente algunos árboles aislados (Foto: Alfonso Díaz).

DESPLAZAMIENTO DE LOS ESCARABAJOS EN LOS FRAGMENTOS

Con el fin de hacer un seguimiento directo de los posibles desplazamientos de especies de selva, se procedió a la captura y marcaje con posterior liberación, de un total de 761 escarabajos de tres especies muy abundantes en los fragmentos estudiados: *Canthidium centrale* (558 individuos marcados); *Deltochilum pseudoparile* (102 individuos) y *Dichotomius satanas* (101 individuos). Esta metodología posee muchos riesgos en cuanto al porcentaje de

éxito, y como resultado el número de recapturas obtenidas fue bajo. No obstante se considera que la información obtenida puede contribuir a entender la distribución espacial de las especies en los paisajes fragmentados. La tasa de recaptura obtenida fue mayor para *D. pseudoparile* con 6 % de individuos recapturados mientras en *C. centrale* y *D. satanas* sólo el 2 y 3 %, respectivamente, de los individuos marcados fueron recapturados. De las tres especies, únicamente *C. centrale* fue recapturada, además de en los fragmentos de selva, en las cercas vivas conectadas a los fragmentos; mientras que los datos de recaptura de *D. pseudoparile* y *D. satanas* parecen indicar que son especies restringidas al interior de los fragmentos de selva (figura 5). Es destacable que un año después se recapturaron ejemplares de *D. pseudoparile* en los mismos fragmentos en que habían sido marcados. Estos datos, si bien representan un bajo porcentaje de recapturas, no obstante están indicando la poca capacidad que tienen estas especies para abandonar la selva, lo que supone un alto riesgo de aislamiento de poblaciones en fragmentos no conectados que conllevará una pérdida de especies. Por otra parte estos datos corroboran la importancia de las cercas vivas como corredores para los escarabajos de hábitat de selva.

LAS CERCAS VIVAS COMO CORREDORES BIOLÓGICOS

Los resultados anteriores nos indican que los escarabajos de selva quedan confinados en los fragmentos, sin poder transitar por los pastizales. Entonces, la pregunta que surge es ¿cómo se podrían establecer conexiones para que los escarabajos puedan desplazarse entre los fragmentos? Los datos obtenidos en este estudio indican que las cercas vivas conectadas a los fragmentos son utilizadas por aproximadamente el 50 % de las especies de selva, por lo que estas formaciones podrían actuar como corredores biológicos que permitan a los escarabajos de selva colonizar

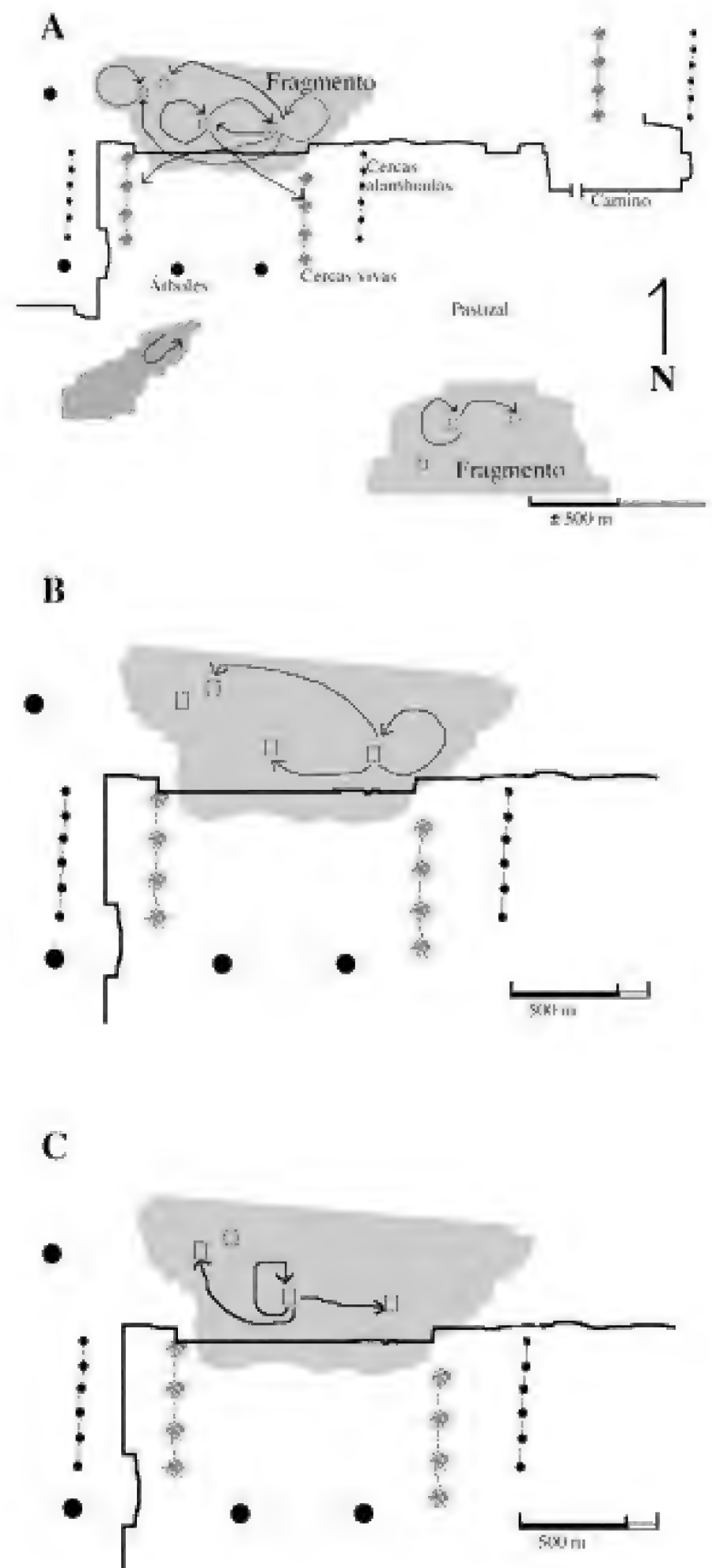


FIGURA 5. Movimientos de las especies marcadas y recapturadas: *Canthidium centrale* (A) sale a través de las cercas vivas conectadas a fragmentos; mientras que los desplazamientos de *Deltochilum pseudoparile* (B) y *Dichotomius satanas* (C) estuvieron restringidos al interior de los fragmentos de selva.

nuevos fragmentos (figura 6). Este hecho ha sido sugerido por otros autores que señalan que las cercas vivas podrían ser consideradas conexiones tipo “salto en piedra” (Estrada *et al.*, 1998), si bien nuestros datos indican que en realidad se trata de conexiones de tipo continuo. En nuestro estudio se encontró que los árboles aislados tienen pocas especies de selvas y soportan una muy baja abundancia, por lo que no pueden ser considerados como corredores discontinuos que pudieran comportarse como ambientes similares a los fragmentos de selva en los que los escarabajos sobreviven o transitan. Por otra parte, las cercas vivas alejadas de los fragmentos, y que por lo tanto no están conectadas a los fragmentos de selva, se comportaron en forma similar a los árboles aislados. Por todo ello la continuidad espacial de los hábitat de selva y la interconexión de fragmentos son elementos clave para la conservación de las comunidades de escarabajos en las formaciones de bosque tropical.



FIGURA 6. Dos especies de selva que potencialmente podrían migrar hacia otros fragmentos utilizando las cercas vivas: A) *Dichotomius satanas* y B) *Canthidium centrale* (Foto: Alfonso Díaz).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten concluir que los fragmentos de selva contienen todavía un número significativo de especies de escarabajos coprófagos propios de este hábitat. Sin embargo, la estructura de estos fragmentos y su aislamiento, impiden que los escarabajos puedan traspasar los bordes del fragmento y cruzar los pastizales en busca de otros fragmentos de selva, constituyendo los pastizales verdaderas barreras ambientales para los escarabajos de selvas. Por otra parte, se ha visto como los árboles aislados y las cercas alambradas no son buenos refugios ni lugares que faciliten el intercambio de escarabajos entre fragmentos de selva. Únicamente las cercas vivas conectadas a los fragmentos de selva funcionan como auténticos corredores biológicos para los escarabajos, favoreciendo potencialmente el flujo genético entre poblaciones de los diferentes fragmentos. Por todo ello se hace necesario establecer programas de manejo del medio que favorezcan la conectividad entre fragmentos de selva mediante el uso de cercas vivas que incluyan diversas especies arbóreas propias de estas selvas. De este modo se podría crear una heterogeneidad espacial que facilite los desplazamientos de los escarabajos a través de estos corredores biológicos, a la vez que se verán beneficiados otros muchos organismos de selvas.

No obstante todavía son necesarios estudios que permitan analizar si existe una relación positiva entre el ancho de los corredores biológicos y el uso que de ellos hacen los animales (Bennett, 1999; Berggren *et al.*, 2002). Probablemente el diseño más conveniente sea el establecimiento de corredores constituidos por al menos dos o tres árboles de especies de selva, con frutos dispersados por vertebrados, y dispuestos perpendicularmente a la línea de cercas vivas, en lugar de una sola línea de árboles como actualmente se hace en la mayoría de las cercas vivas en Los Tuxtlas.

Las líneas futuras de investigación deberán compaginar tanto estudios sobre el desplazamiento y el

flujo genético entre poblaciones de escarabajos aisladas en fragmentos, como el análisis de cuál es el ancho mínimo que deben tener las cercas vivas o fragmentos de selva para que funcionen como eficientes corredores biológicos, tanto para este grupo de insectos como para otros organismos, lo que permitirá elaborar propuestas adecuadas para la conservación de lo que queda de la selva de Los Tuxtlas.

AGRADECIMIENTOS. A la Comisión Nacional para el Estudio y Uso de la Biodiversidad México (Conabio proyecto DE026), el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología México (Conacyt, proyecto 37514-V), a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat-Conacyt, Fosemarnat-2004 -01) y a la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI) del Ministerio de Asuntos Exteriores de España (proyecto 2001-2003) por el apoyo que todos estos organismos han dado a las investigaciones que hemos llevado a cabo en la selva de Los Tuxtlas. A la Universidad de Alicante, España por haber otorgado a A. Díaz una beca para realizar los estudios de Doctorado en el Centro Iberoamericano de la Biodiversidad (CIBIO) de dicha Universidad. Al M. en C. Leonardo Castillo Delgado por el apoyo en la identificación de los escarabajos y a Eladio Velasco Sinaca por su ayuda en la determinación de la vegetación de la zona de estudio.

LITERATURA CITADA

- BENNETT, A.F., 1999, *Linkages in the landscape. The role of corridors and connectivity in wildlife conservation*, IUCN, The World Conservation Union.
- BEIER, P., y R.F. Noss, 1998, Do habitat corridors provide connectivity?, *Conservation Biology* 12(6): 1241-1252.
- BERGGREN, Å., B. Birath, y O. Kindvall, 2002, Effect of corridors and habitat edges on dispersal behavior, movement rates, and movement angles in Roesel's bush-cricket (*Metrioptera roeseli*), *Conservation Biology* 16(6): 1562-1569.
- BOLGER, D.T., A.V. Suarez, K.R. Crooks, S.A. Morrison y T.J. Case, 2000, Arthropods in urban habitat fragments in southern California: area, age, and edge effects, *Ecological Applications* 10: 1230-1248
- COLWELL, R.K., y J.A. Coddington, 1994, *Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation*, Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Serie B 345: 101-118.
- COLWELL, R.K., 2000, EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 6 User's Guide and application, <http://vice-roy.eeb.uconn.edu/estimates>.
- DÍAZ, A., 2002, Estudio de la fragmentación de la selva de Los Tuxtlas, Veracruz, México, *Cuadernos de Biodiversidad* 9(IV):10-13.
- , 2003, *Efecto de la fragmentación de selvas en poblaciones de Scarabaeidae y Silphidae (Coleoptera) de Los Tuxtlas, México*, tesis doctoral, Universidad de Alicante, España.
- DIDHAM R.K., P.M. Hammond, J.H. Lawton, O. Egleton y N.E. Stork, 1998, Beetle species responses to tropical forest fragmentation, *Ecological Monographs* 68: 295-323
- DIRZO, R., y A. Miranda, 1991, El límite boreal de la selva tropical húmeda en el continente americano: contracción de la vegetación y solución de una controversia, *Interciencia* 16: 240-247.
- DOHERTY P.F. y T.C. Grubb, 2002, Survivorship of permanent-resident birds in a fragmented forested landscape, *Ecology* 83: 84-857
- ESTRADA, A., R. Coates-Estrada, A. Anzures y P. Cammarano, 1998, Dung and carrion beetles in tropical rain forest fragments and agricultural habitats at Los Tuxtlas, Mexico, *Journal of Tropical Ecology* 14: 577-593.
- ESTRADA, A., y R. Coates-Estrada, 2002, Dung beetles in continuous forest, forest fragments and in agricul-

- tural mosaic habitat-island at Los Tuxtlas, Mexico, *Biodiversity and Conservation* 11: 1903-1918.
- FAVILA, M.E., 1988, Un método sencillo para marcar escarabajos, *Folia Entomológica Mexicana* 75:117-118.
- , 2005, Diversidad alfa y beta de los escarabajos del estiércol (Scarabaeinae) en Los Tuxtlas, México, en Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (eds.), *Sobre Diversidad Biológica: el Significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma*, M3m-Monografías 3er Milenio, vol. 4, SEA/Conabio, Grupo DIVERSITAS y Conacyt, Zaragoza, España, pp. 209-219.
- FAVILA, M.E. y A. Díaz, 1997, Los escarabajos coprófagos y necrófagos de Los Tuxtlas, en E. González Soriano, R. Dirzo y R. Vogt (eds.), *Historia Natural de Los Tuxtlas*, UNAM, México, pp. 383-384.
- FAVILA, M.E. y Halffter, G., 1997, The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function, *Acta Zoológica Mexicana* 72: 1-25.
- FEINSINGER, P., 2001, *Designing field studies for biodiversity conservation*, The Nature Conservancy, Island Press.
- GUEVARA, S., J. Laborde, D. Liesenfeld y O. Barrera, 1997, Potreros y ganadería, en E. González, R. Dirzo y R. Vogt (eds.), *Historia Natural de Los Tuxtlas*, UNAM, Mexico, pp. 44-58.
- GUEVARA, S., J. Laborde y G. Sánchez, 1998, Are isolated remnant trees in pasture a fragmented canopy, *Selbyana* 19(1): 34-43.
- HALFFTER, G., M.E. Favila y V. Halffter, 1992, A comparative study of structure of the scarab guild in Mexican tropical rain forest and derived ecosystems, *Folia Entomológica Mexicana* 84: 131-156.
- HALFFTER, G. y M.E. Favila, 1993, The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) an animal group for analysing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes, *Biology International* 27: 15-21.
- HILL, C.J., 1995, Linear strips of rain forest vegetation as potential dispersal corridors of rain forest insects, *Conservation Biology* 9(6): 1559-1566.
- HOWDEN, H.F. y V.G. Neails, 1975, Effects of clearing in a tropical rain forest on the composition of the coprophagous scarab beetle fauna (Coleoptera), *Biotropica* 7(2): 77-83.
- KLEIN, B.C., 1989, Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetles communities in Central Amazonia, *Ecology* 70 (6): 1715-1725.
- MAGURA, T., V. Ködöböcz y B. Tóthmérész, 2001, Effects of habitat fragmentation on carabids in forest patches, *Journal of Biogeography* 28: 129-138.
- MCCUNE, B y M.J. Mefford, 1999, Multivariate analysis of ecological data, PC-ORD for windows versión 4.01. MjM Software, Glenden Beach, Oregon, U.S.A.
- MONTES DE OCA, E., 2001, Escarabajos coprófagos de un escenario ganadero típico de la región de Los Tuxtlas, Veracruz, México: importancia del paisaje en la composición de un gremio funcional, *Acta Zoológica mexicana* (nueva serie) 82: 111-132.
- MURCIA, C., 1995, Edge effects in fragmented forest: implications for conservation, *Trends in Ecology and Evolution* 10: 58-62.
- NICHOLS, E., T. Larsen, S. Spector, A. Davis, F. Escobar, M.E. Favila y K. Vulinec, 2007, Dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: a quantitative review and meta-analysis, *Biological Conservation* 137: 1-19.
- NOSS, R.F., 1991, Landscape connectivity: Different functions at different scales, en E. Hudson (ed.), *Landscape linkages and biodiversity*, Island Press, pp. 27-53.
- NORTON, T.W. y H.A. Nix, 1991, Application of biological modelling and GIS to identify regional wildlife corridors, en D.A. Saunders y R.J. Hobbs (eds.), *Nature Conservation 2: The role of corridors*, Surrey Beatty & Sons PTY limited, Australia, pp. 19-26.
- SCHEFFLER, P.Y., 2005, Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) diversity and community structure across three disturbance regimes in eastern Amazonia, *Journal of Tropical Ecology* 21: 9-19.
- SØRENSEN, L.L., J.A., Coddington y N. Scharff, 2002, Inventoring and estimating subcanopy spider diversity using semiquantitative sampling methods in

- Afromontane forest, *Environmental Entomology* 31(2): 319-330.
- SOULÉ, M.E. y M.E. Gilpin, 1991, The theory of wildlife corridor capability, en D. A. Saunders y R.J. Hobbs (eds.), *Natural conservation 2: The role of corridors*, Surrey Beatty & Sons Pty Limited, Australia, pp. 3-8
- SPECTOR, S. y S. Ayzama, 2003, Rapid turnover and edge effects in dung beetles assemblages (Scarabaeidae) at a Bolivian neotropical forest-savanna ecotone, *Biotropica* 53: 394-404.
- VULINEC, K., 2000, Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae), monkeys, and conservation in Amazonia, *Florida Entomologist* 83: 229-241.
- WADE, T.G., Riitters, K.H., Wickham, J.D. y Jones, K.B., 2003, Distribution and causes of global forest fragmentation, *Conservation Ecology* 7(2): 7. [online] URL: <http://www.consecol.org/vol7/iss2/art7/>
- WEBB, N.R. y P.J. Hopkins, 1984, Invertebrate diversity on fragmented Calluna heathland. *Journal of Applied Ecology* 21: 921-933.

Gorgojos del frijol y el uso de parasitoides para su control



Arturo Bonet Ceballos
Carlos O. Morales
César Vicente Rojas Gómez

INTRODUCCIÓN

En la agricultura moderna, la biodiversidad es fundamento de la sustentabilidad promovida mediante el incentivo de cultivos mixtos para la conservación del ambiente, evitando el monocultivo y utilizando el mínimo de insumos químicos sintéticos como fertilizantes y plaguicidas. Aparte del beneficio que de estos últimos se ha obtenido en la agricultura convencional, se hace cada vez más notorio su efecto negativo en el ambiente, manifiesto en la eutroficación de las aguas continentales, el efecto tóxico de los plaguicidas en las cadenas alimenticias de la fauna silvestre y el efecto cancerígeno en la salud humana. El impacto negativo induce a un cambio de estrategia en distintas ramas de estudio, como la agroecología (restauración de la biodiversidad en los agroecosistemas), y el “manejo integrado de plagas” que promueve la utilización de otras alternativas como el control biológico y/o cultural de los herbívoros en los cultivos. En ambos casos, se intenta que los cultivos tengan una entomofauna

más diversa que incluya enemigos naturales para limitar las poblaciones de herbívoros nocivos (Quicke, 1997).

Una de las razones más importantes para restaurar y/o mantener la biodiversidad en la agricultura es la regulación de organismos indeseables (servicio ecológico) a través de la depredación, el parasitismo y la competencia (Altieri y Nicholls, 1994). Depredadores, parasitoides y patógenos actúan como agentes de control natural que, bien manejados, pueden regular la población de herbívoros en un agroecosistema particular (Waage y Greathead, 1986; Quicke, 1997). Nuestra biodiversidad puede ser utilizada como nueva herramienta para el control de las plagas de insectos que atacan los cultivos básicos en las comunidades de campesinos, detectando organismos locales o nativos que puedan enfrentarse a estos herbívoros (Waage y Greathead, 1986).

En este sentido, presentamos los resultados del trabajo realizado por varios años en el centro del estado de Veracruz, como un estudio de caso, sobre el uso de un parasitoide nativo para limitar pobla-

ciones de gorgojos que infestan las semillas de frijol, en particular en los almacenes rústicos de campesinos que viven del autoconsumo.

IMPORTANCIA DEL FRIJOL EN EL MEDIO RURAL

En Veracruz, como en el resto del país, el cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), tiene gran importancia como alimento básico para la población. Es, junto con el maíz, uno de los principales productos en la dieta del mexicano. Su importancia radica en su alto contenido de proteínas (22-28 %), carbohidratos, vitaminas, minerales y fibras solubles como las pectinas (Gómez, 1983; Lareo, 1998; Santalla *et al.*, 1995), los cuales poseen efectos en la prevención de enfermedades del corazón, obesidad y tubo digestivo (Singh, 1992; Gatel y Champ, 1998).

El cultivo de frijol se da en zonas cálidas y templadas del trópico mexicano, se produce en comunidades indígenas y rurales donde los campesinos viven del autoconsumo. Mejora la calidad de los suelos incorporando el nitrógeno atmosférico fijado por simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*. Forma parte del sistema de producción tradicional que es de temporal, mixto e intercalado; utilizando variedades de ciclo corto y largo, dando lugar a un cultivo rico en variedades de frijol y maíz, en donde cada familia campesina lo cultiva en pequeñas parcelas de hasta 1.5 hectáreas. En estos sistemas de producción, la semilla de la cosecha es guardada en forma rústica para el consumo familiar. Esta forma de almacenaje produce hasta un 20 % de pérdidas por plagas del frijol almacenado (Bonet *et al.*, 2000).

MANEJO Y CONTROL DE LOS GORGOJOS EN EL MEDIO RURAL

Las pérdidas en granos almacenados por ataque de insectos a nivel mundial están por arriba del 10 %

(Cardona y Kornegay, 1989). En países tropicales como el nuestro, estas pérdidas aumentan a más del 20 % debido al incremento de la temperatura, que favorece el desarrollo y reproducción de los insectos que dañan las semillas (Cardona y Karel, 1990). Adicionalmente, en las zonas rurales los medios para almacenar las cosechas son precarios, con depósitos sencillos, sin tapas o en costales, que muchas veces no logran detener el acceso de los gorgojos. El daño de los insectos en granos almacenados, provoca en la semilla pérdida de peso (por disminución de la materia orgánica al ser consumida y del contenido de humedad), disminución del poder germinativo (por el daño al embrión), y los cambios resultantes de un calentamiento espontáneo debido a la actividad de los insectos, que puede conllevar a un ataque por hongos, además de producirse pérdidas en valor nutritivo, sabor y olor (Schoonhoven *et al.*, 1988).

En la región centro de Veracruz, las pérdidas provocadas al frijol almacenado por gorgojos durante 2004 fue del 17 %, y en caso de no haberse tomado medidas de control, estas pérdidas pudieron haber aumentado hasta un 100 %. La pérdida total puede darse por no ejecutar medidas preventivas, además de que las condiciones ambientales en el almacén propician un crecimiento de las poblaciones de gorgojos (Bonet *et al.*, 2005). Los insectos responsables del daño a la semilla son tres especies de gorgojos que se conocen como “el gorgojo común”, *Acanthoscelides obtectus* (Say), *A. obvelatus* Bridwell, y “el gorgojo mexicano del frijol”, *Zabrotes subfasciatus* Boheman. Son una plaga cosmopolita que infesta al frijol desde el campo, y es en el almacén donde se produce el mayor daño, ya que las condiciones inadecuadas del almacenamiento de la semilla, propicia que los campesinos pierdan en tres meses hasta el 20 % del producto por el ataque de gorgojos (Bonet *et al.*, 2000). La economía de los campesinos que viven del autoconsumo se ve fuertemente afectada por el ataque de estos insectos (Leroi *et al.*, 1991).

En el medio rural se utilizan diversos métodos de control de plagas: los de origen químico, como los insecticidas, son usados cuando el daño es visible por lo que su efectividad se reduce. Otros son de tipo cultural, cuyo objetivo principal es modificar el ambiente para hacerlo menos favorable a los insectos, de esta manera, se ejerce un control parcial de las plagas o, al menos, se reduce su ritmo de crecimiento y la proporción del daño (Morón y Terrón, 1988). Los campesinos que cultivan frijol en el estado de Veracruz utilizan otras estrategias, como la rotación de cultivos, los cultivos intercalados, el enterramiento de residuos orgánicos, cambio al calendario de cultivos para evitar ciertos insectos, y control de malezas y hierbas locales que son hospederos de insectos. En el caso del almacenamiento de semillas, se mezcla la semilla con arcilla o arena, se ruedan los costales frecuentemente para matar las larvas, huevos e insectos vivos. Se mezcla la semilla con hojas aromatizantes o con aceite casero, evitando de esta manera que las hembras del gorgojo pongan huevos. Aun así, los controles culturales necesitan ser complementados con otros métodos de control y mejores condiciones de almacenamiento (Leonard, 1996). El control biológico por aumento de parasitoides es una opción para disminuir la abundancia de estos insectos.

CONTROL BIOLÓGICO POR AUMENTO DE PARASITOIDES

El control biológico de plagas agrícolas por medio de himenópteros parasitoides, es una estrategia amigable con el ambiente que puede ser usada en contra de las plagas de frijol almacenado, sin ocasionar problemas de contaminación ni de residuos. En el control biológico por aumento se añaden poblaciones de himenópteros parasitoides en los depósitos de frijol para que las hembras adultas localicen y depositen sus huevos sobre los hospederos.

Los himenópteros parasitoides son un grupo muy diverso, y su importancia para el hombre reside en que polinizan plantas y son enemigos naturales de muchos insectos plaga. Los himenópteros parasitoides forman parte del tercer nivel trófico de la cadena alimenticia que, junto con las plantas verdes (primer nivel trófico) y los insectos herbívoros (segundo nivel trófico), forman parte de las comunidades naturales.

El término parasitoide denota un tipo de comportamiento en el cual la progenie de un insecto (usualmente himenóptero), se alimenta del hospedero hasta matarlo para después emerger como un adulto de vida libre, esto último los distingue de los parásitos. Los himenópteros parasitoides son enemigos naturales de otros insectos que colocan sus huevos sobre (ectoparasitoide) o dentro (endoparasitoide) del hospedero. Su éxito evolutivo se debe al desarrollo de dos comportamientos o estrategias distintas: en la primera estrategia (idionbionte), los parasitoides al momento de la ovoposición paralizan con veneno a sus hospederos, deteniendo el desarrollo del mismo; en cambio, en la segunda estrategia (koinobionte), el parasitoide no paraliza al huésped, permitiendo que continúe su desarrollo.

El conocimiento de la biología de estos organismos permite reproducirlos de forma masiva en laboratorios especializados, para ser utilizados como agentes de control biológico mediante su liberación en almacenes donde se encuentran las plagas de frijol. En este caso, la técnica por vía del aumento es la más conveniente, la cual requiere de la propagación masiva y liberación de enemigos naturales nativos o exóticos, que puedan reproducirse durante el cultivo o el almacenamiento del frijol, aunque no se espera que se conviertan en una parte permanente del ecosistema. La liberación de los parasitoides por vía del aumento puede realizarse con expectativas de corto o largo plazo, dependiendo de la especie plaga a tratar, las especies de enemigos naturales y el tipo de cultivo (Batra, 1982).

LA AVISPA PARASITOIDE *DINARMUS BASALIS*

En el centro de Veracruz se encontró un enemigo natural nativo, el himenóptero parasitoide *Dinarmus basalis* Rondani (Hymenoptera, Pteromalidae) atacando a los gorgojos común y mexicano del frijol. Esta avispa se encontró en semillas de la localidad de Xicola, así como en los mercados públicos de Tlapacoyan y Martínez de la Torre. Se estudió la biología de esta especie analizando sus características reproductivas, como un posible elemento de control biológico por vía del aumento para combatir las poblaciones del gorgojo del frijol.

Dinarmus basalis mostró una rápida y eficiente capacidad de búsqueda y detección de semillas infestadas, particularmente de los últimos estadios larvarios y pupa del gorgojo. Presentó un ciclo biológico de 22 días, mientras que el adulto con alimento tuvo una longevidad de 87 días. El apareamiento tiene una duración de 40-110 segundos, con una fecundidad promedio aparente de 28 individuos por hembra; la proporción sexual hembra-macho de su progenie es de 3:1, lo que favorece una reproducción continua en presencia de sus hospederos. Se observó que la hembra puede afectar al hospedero en tres formas distintas: 1) paralizando al hospedero sin poner huevos; 2) colocando huevos sin paralizar al hospedero; 3) paralizando y colocando huevos sobre el hospedero (Bonet *et al.*, 2002). Las características antes mencionadas permitieron usar a este parasitoide como agente de control biológico (figura 1).

Posteriormente se evaluó su eficiencia como agente de control biológico, tanto en el laboratorio como en almacenes rústicos de los campesinos que viven del autoconsumo, en las localidades de clima cálido como Santa Rosa Cintepec, Santa Rosa Loma Larga, Sabaneta y Loma del Tigre (municipio de Hueyapan de Ocampo); así como en localidades de clima templado como Xicola, Alpatláhuac y Calcahualco (municipios de Alpatláhuac y Calcahualco).

CONTROL BIOLÓGICO DE LOS GORGOJOS CON *DINARMUS BASALIS*

Durante seis meses se realizaron estudios de laboratorio y campo para estimar la capacidad del parasitoide de reducir las poblaciones de gorgojos. En un total de 27 casas de campesinos de la región se realizaron los siguientes experimentos. En laboratorio y en dos casas (Xicola y Santa Rosa Cintepec) se colocaron sacos de manta conteniendo 3 kg de frijol bajo diferentes condiciones:

1) Tratamiento I, una sola liberación inicial de 20 parejas; 2) Tratamiento II, una sola liberación inicial de 40 parejas; 3) Tratamiento III, una sola liberación al tercer mes con 40 parejas. También se mantuvieron sacos control (sin liberación de parasitoides).

En cada casa habitación se almacenaron dos envases de plástico cerrados conteniendo cada uno 30 kg de frijol, en los cuales se realizó la liberación mensual de 50 parejas de parasitoides. Además, se mantuvieron envases control (sin liberación de parasitoides).

En los sacos sin parasitoides (control) se encontró que los gorgojos duplicaron su número en los primeros cuatro meses, para después aumentar exponencialmente su población, provocando un fuerte daño a partir del quinto mes (figura 2). En los sacos tratados con parasitoides, se observó una fuerte reducción de las poblaciones de gorgojos, en particular durante los últimos tres meses de almacenamiento, en donde únicamente el 5 % de la semilla depositada en los sacos resultó atacada. Durante los seis meses del estudio, se encontraron parasitoides de varias generaciones que lograron mantenerse por la presencia de hospederos en las semillas.

De forma adicional, en la localidad de Santa Rosa Cintepec se colocaron sacos con frijol (3 kg) de las variedades Michigan y Vaina Blanca, esta última de la localidad. Durante seis meses se registró la temperatura de 24 ± 3 °C dentro del almacén y con una elevada humedad relativa alrededor del 77 ± 3 %. Los sacos control de ambas variedades de frijol

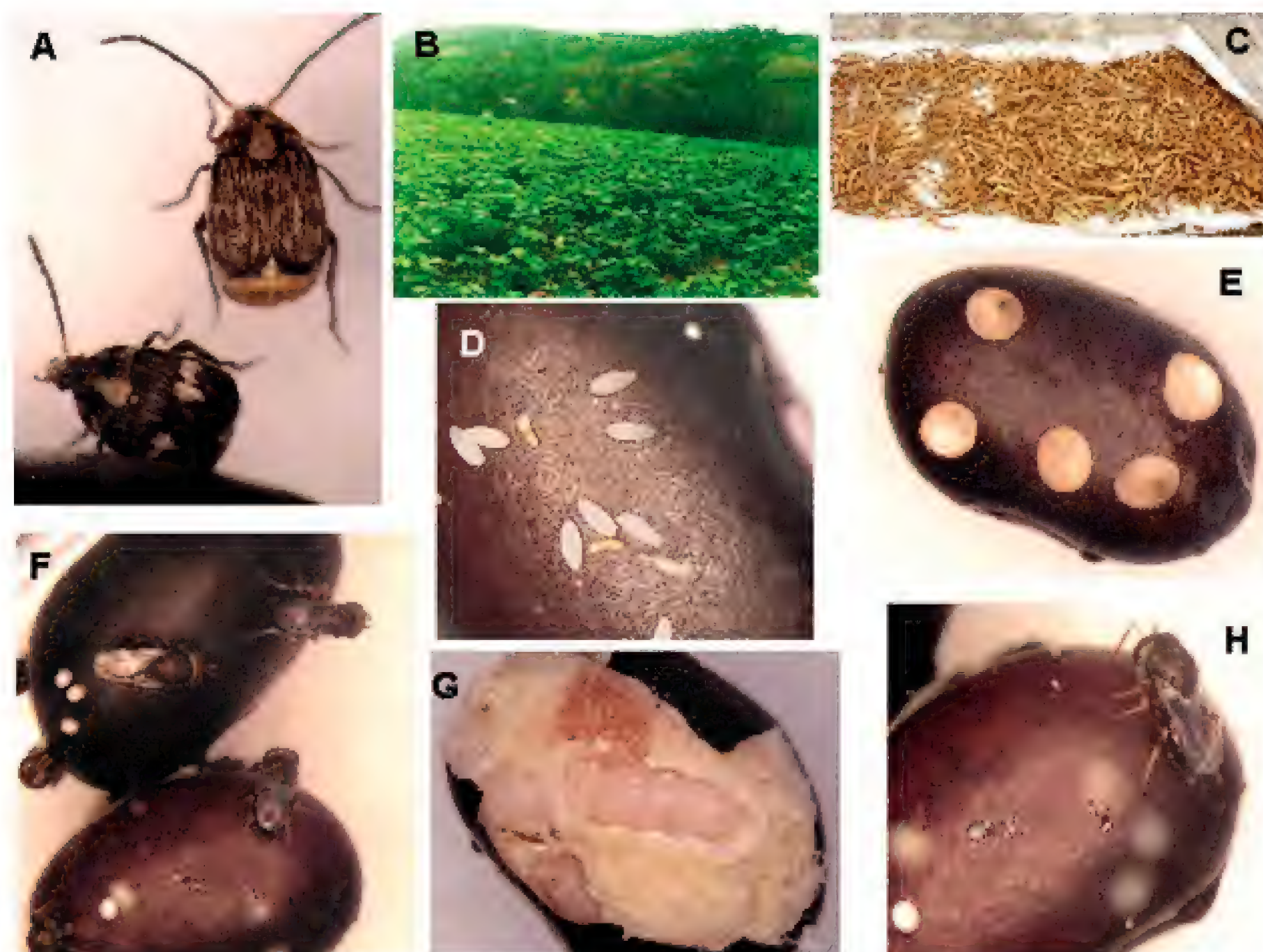


FIGURA 1. Ciclo biológico del gorgojo del frijol: A) Adultos macho y hembra de *Zabrotes subfasciatus*. B) Cultivo de frijol en campo. C) Frijol cosechado listo para el almacén. D) Huevos de gorgojos sobre la semilla. E) Semilla mostrando los daños con orificios de emergencia de los gorgojos adultos. F) Parasitoides de *Dinarmus basalis* en la búsqueda de larvas. G) Desarrollo de la larva del gorgojo dentro de la semilla. H) Adulto de *D. basalis* ovipositando dentro de la semilla (Foto: Arturo Bonet, Carlos Omar Morales y Vicente Rojas).

(Michigan y Vaina Blanca), tuvieron un incremento notable del gorgojo mexicano del frijol (*Z. subfasciatus*), en los cuales la máxima infestación ocurrió en el cuarto mes, con un decremento en los dos meses posteriores. En cambio, los sacos con frijol tratados con la liberación de parasitoides, presentaron una notable reducción de los gorgojos, en particular en el caso del tratamiento II se estimó una reducción del 81 % de los gorgojos en la variedad Michigan, así como un 74 % en la variedad criolla (Vaina Blanca).

Posteriormente en las comunidades de Santa Rosa Loma Larga, Sabaneta y Loma del Tigre (municipio de Hueyapan de Ocampo), trabajamos con 25 familias campesinas utilizando envases de 30 kg, liberando mensualmente 50 parejas de parasitoides. En los envases control se presentó un incremento en el número de gorgojos; en los primeros tres meses aumentó un 6 %, en el cuarto mes se elevó al 10 %, mientras que en el quinto y sexto mes alcanzó el 16 y 17 %, respectivamente. En cambio, en los envases con parasitoides el daño máximo pro-

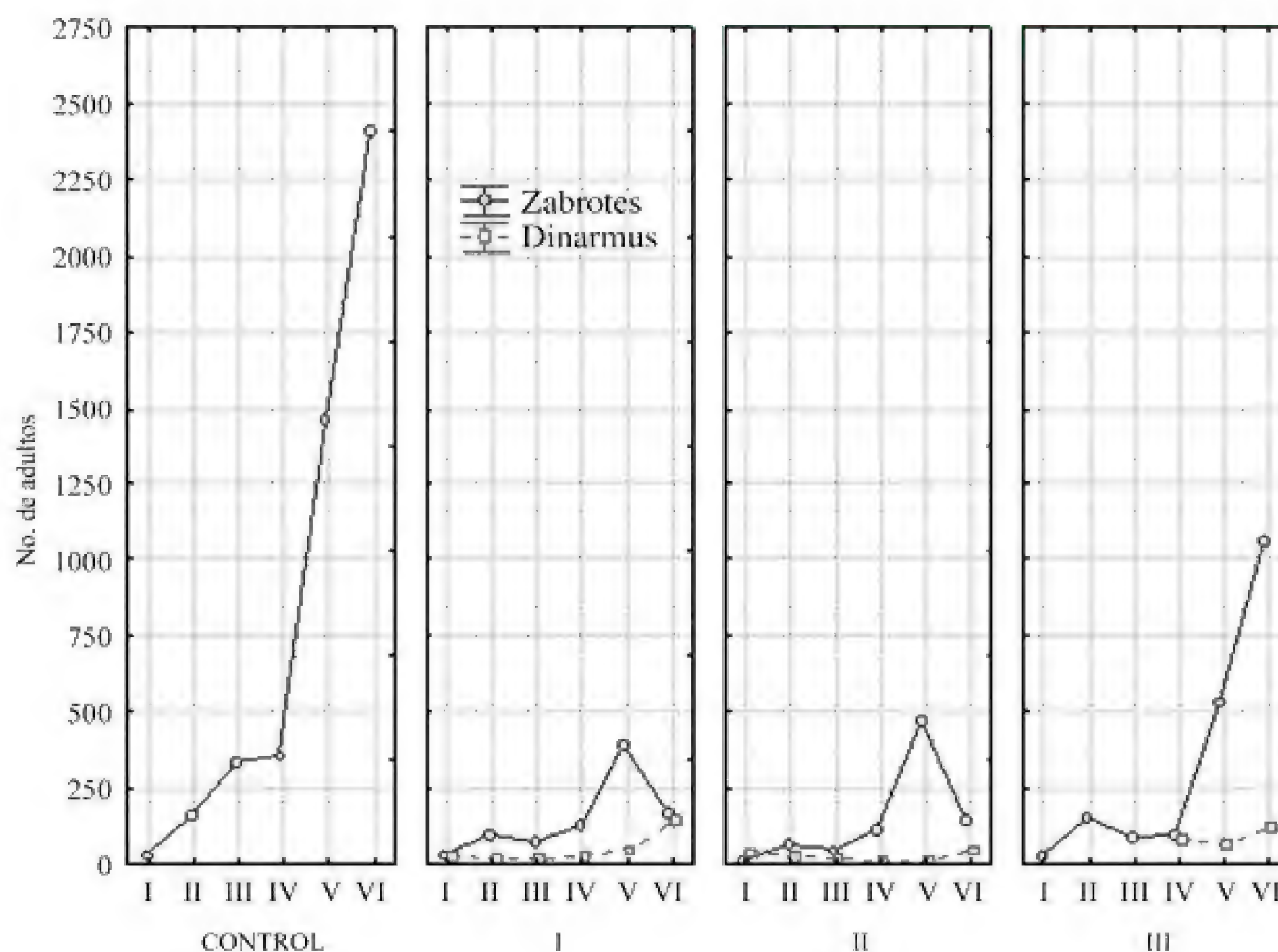


FIGURA 2. Promedio de individuos adultos (únicamente individuos muertos hallados por mes) encontrados tanto de gorgojos (*Zabrotes subfasciatus*) como del parasitoide (*Dinarmus basalis*) por saco de 3 kg de frijol, bajo condiciones de laboratorio: Control (sin parasitoides); tratamientos I y II (con 20 y 40 parejas de parasitoides liberadas al inicio del experimento); y tratamiento III (con 40 parejas liberadas al tercer mes).

ducido a las semillas fue del 5 %. Esto indicó que la liberación mensual del parasitoide disminuyó en un 95 % la población de gorgojos presente en las semillas. A los campesinos de esta comunidad se les entregó un frijol limpio, confirmando la eficiencia de este insecto para conservar su semilla por un tiempo prolongado. Se comprobó tanto en laboratorio como en campo que *D. basalis* es capaz de disminuir las poblaciones de gorgojos que están dentro de las semillas almacenadas de frijol (figura 3).

La técnica de control biológico por aumento de parasitoides, en este caso podría ser implementada

con *D. basalis* para el control de los gorgojos del frijol, mediante la organización de las comunidades campesinas que viven del autoconsumo. Empresas campesinas podrían aprovechar la extraordinaria capacidad de adaptación de la avispa, para su reproducción en condiciones de cría en laboratorio, y su distribución a los usuarios. La crianza de este parasitoide podría devenir en una herramienta eficaz alterna para disminuir las poblaciones de gorgojos del frijol almacenado.

NO. DE SEMILLAS ATACADAS EN SANTA ROSA LOMA LARGA EN LOS ÚLTIMOS CUATRO MESES

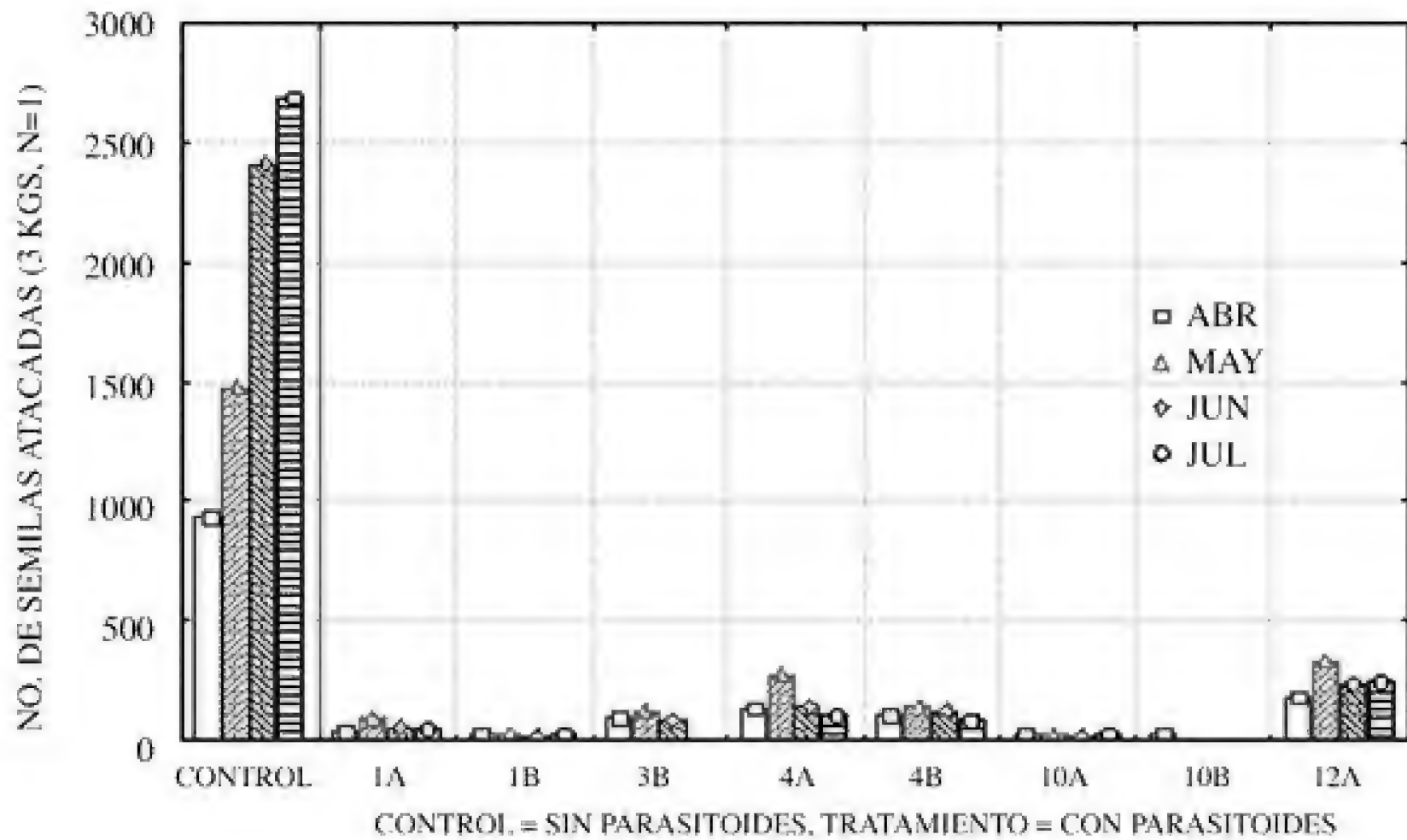


FIGURA 3. Número de semillas atacadas por muestra en envases herméticos que permanecieron en casas de campesinos (Santa Rosa Loma Larga abril-julio 2004).

AGRADECIMIENTOS. Este trabajo recibió apoyo del Sistema de Investigación del Golfo de México (SIGOLFO), mediante el proyecto “Control biológico en plagas de frijol almacenado: liberación del himenóptero parasitoide *Dinarmus basalis* (Ron-dani)” (Ref: 97-01-001-V, 99-01-003-V y 02-AT-001-V2). Al Instituto de Ecología, A.C. y al Departamento de Entomología (902-12-014). Nuestro especial agradecimiento a los campesinos de diversas comunidades de Veracruz, quienes aportaron su producto para realizar los experimentos en campo de las localidades de Santa Rosa Cintepec, Santa Rosa Loma Larga, Sabaneta y Loma del Tigre (municipio Hueyapan de Ocampo), así como de Xicola, Alpatláhuac y Calcahualco (municipios de Alpatláhuac y Calcahualco).

LITERATURA CITADA

- ALTIERI, M.A. y C.I. Nicholls, 1994, Biological control in agroecosystems through management of entomophagous insects, en G.S. Dhaliwal y E.A. Heinrichs (eds.), *Critical Issues in Pest Management*, National Agricultural Technology Information Center, Ludhiana, India, pp. 15-35.
- BATRA, S.W.T., 1982, Biological control in agroecosystems, *Science* 215: 134-139.
- BONET, A., J. Carbonell, M. Cruz, D. García, S. Méndez y C. Rojas, 2000, *El gorgojo: insecto que ataca las semillas del frijol*, Instituto de Ecología, 14 pp.
- BONET, A., C. Morales, I. López, M. Cruz, C. Rojas, S. Méndez y D. García, 2002, *Control biológico de los gorgojos en frijol almacenado*, Instituto de Ecología, 14 pp.

- BONET, A., C.O. Morales y C.V. Rojas, 2005, *El control biológico con parasitoides, una alternativa para limitar a los gorgojos en frijol almacenado*, Instituto de Ecología, SIGOLFO, Xalapa, Veracruz, México, 36 pp.
- CARDONA, C. y A.K. Karel, 1990, Key insects and others invertebrate pests of beans, en S.R. Singh, (ed.), *Insect pests of tropical food legumes*, J. Wiley & Sons, pp.157-191.
- CARDONA, C. y J. Kornegay, 1989, Use of wild *Phaseolus vulgaris* to improve beans for resistance to bruchids, en S. Beebe, (ed.), *Current topics in Breeding of Common Bean*, Proc. Of the International Bean Breeding Workshop, 7-12 November 1988, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia, Working Document núm. 47, 90-98 pp.
- GATEL, M. y M. Champ, 1998, *Grain legumes in human and animal nutrition. Up to date results and question marks*, Session II. Human and animal nutrition, 3rd European Conference on Grain Legumes, Opportunities for high quality, healthy and added-value crops to met European demands, Valladolid, España.
- GÓMEZ, A., 1983, Los granos de leguminosas como componentes proteicos para la alimentación animal, en J.I. Cubero y M.T. Moreno (eds.), *Acceptability and nutritional quality of common beans (Phaseolus vulgaris L.)*, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia pp.1-12.
- LAREO, L.R., 1998, Acceptability parameters and nutritional quality of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.), en L.R. Lareo y F. González (eds.), *Acceptability and nutritional quality of common beans (Phaseolus vulgaris L.)*, CIAT, Colombia, pp.1-12.
- LEONARD, D., 1996, *Guía del cultivo del frijol. Programa de Investigación y Transferencia de Tecnologías de Frijol*, Secretaría de Agricultura, Tegucigalpa, Honduras, pp. 23-62.
- LEROI, B., B. Pichard, A. Bonet y J. Montes, 1991, Family stocks of beans in Mexico and control of dried bean beetle, en F. Fleurat-Lessard y P. Ducom (eds.), *Proceedings of the 5th International Working Conference on Stored-product Protection*, INRA, París, Francia, vol. 3: 1639-1647.
- MORÓN, M.A. y R. Terrón, 1988, *Entomología Práctica*, Instituto de Ecología, México, pp. 443-462.
- QUICKE, D.L.J., 1997, *Parasitic Wasps*, Chapman & Hall, 470 pp.
- ROJAS-GÓMEZ, C.V. y A. Bonet, 2003, Ciclo de vida y desarrollo de los estados inmaduros de *Dinarmus basalis* (Rondani, 1877) (Hymenoptera, Chalcidoidea: Pteromalidae), *Folia Entomológica Mexicana* 42(3): 359-370.
- SANTALLA, M., A.M. de Ron y P.A. Casquero, 1995, Nutritional and culinary quality of bush bean populations intercropped with Maize, *Euphytica* 84: 57-65.
- SCHOONHOVEN, A., C. Cardona y J.E. García, 1988, *Principales insectos que atacan el grano de frijol almacenado y su control*, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia, 46 pp.
- SINGH, S. P., 1992, Common bean improvement in the tropics, *Plant Breeding Review* 110: 1999-2069.
- WAAGE, J. y D. Greathead, 1986, *Insect Parasitoids*, Academic Press, Londres, 389 pp.



Tamandua mexicana. Banco de imágenes, Conabio (Foto: Gerardo Ceballos)



VERTEBRADOS

RESUMEN EJECUTIVO

Jorge E. Morales Mávil

Uno de los recursos naturales más importantes de un país es el de la fauna silvestre. Dentro de ésta, el grupo de los vertebrados es de especial atención debido a su relevancia más allá de lo biológico y ecológico, ya que se reconoce su influencia en lo alimenticio, cultural, recreativo y económico.

En esta sección, se puede apreciar la alta riqueza de vertebrados en el estado de Veracruz, considerado uno de los tres más importantes para el mantenimiento de la biodiversidad del país. La información aquí presentada muestra que en el estado existen actualmente 103 especies de anfibios, 220 de reptiles, 719 de aves y 191 de mamíferos.

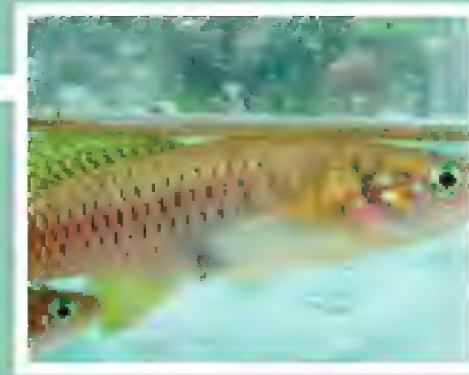
Por otra parte, se muestran las amenazas que pueden estar afectando esta diversidad, donde se incluyen la fragmentación, transformación y destrucción del hábitat, las prácticas agropecuarias, el calentamiento global, la contaminación, la mortalidad en carreteras, la introducción de especies exóticas, la caza furtiva, la sobreexplotación y la colecta, las enfermedades y la urbanización. Asimismo, se

mencionan las posibles acciones de conservación que se requieren para contrarrestar la problemática que afecta a la fauna del estado, entre las que destacan: la preservación de hábitat, incluyendo el manejo o la creación de espacios protegidos, los estudios individuales de especies, particularmente aquellas endémicas o en categorías de riesgo, la protección de sitios de reproducción, la regulación de la legislación sobre las colectas y el comercio de especies y los cambios en algunas prácticas agrícolas y forestales y el desarrollo de programas de educación ambiental.

Con relación a los estudios, se mantiene la sugerencia de continuar con la realización de inventarios extensivos especialmente en zonas boscosas tropicales, humedales, bosques caducifolios y otros ecosistemas prioritarios. De esta manera, se propone la realización de bases de datos que se asocien con sistemas de información geográfica para determinar patrones de distribución y riqueza de especies, con énfasis en endemismos y taxa en riesgo.

El objetivo de esta sección es mostrar el esfuerzo, conocimiento y experiencia de 28 autores provenientes de 11 dependencias que dan a conocer información actualizada acerca de la riqueza y diversidad de vertebrados de Veracruz, la problemática que enfrentan y las sugerencias de estudios y acciones de conservación, con la finalidad de que la información sea considerada por los tomadores de decisiones para asegurar la permanencia, la preservación y el manejo de la fauna silvestre del estado.

Peces dulceacuícolas



Norman Mercado-Silva
Edmundo Díaz Pardo
Altagracia Gutiérrez Hernández
Eduardo Soto Galera

INTRODUCCIÓN

Veracruz es un estado con una alta riqueza de especies de peces dulceacuícolas. Dentro de sus límites políticos se han identificado un total de 143 especies agrupadas en 35 familias. Al ser un estado con una extensa zona costera, existe un elevado número de especies de peces que penetran desde el mar y aguas salobres, hacia los ríos y lagos. De esta manera, su fauna de peces se compone de 24 especies primarias, 55 secundarias, 62 periféricas y dos especies migratorias catádromas. Las especies primarias son aquellas que tienen origen en las aguas dulces y no toleran aumentos en la salinidad; las secundarias tienen su origen en las aguas dulces, pero toleran aumentos en la salinidad; finalmente las especies periféricas son aquellas que se originan en las aguas marinas y toleran disminución en la salinidad. Algunas especies migratorias catádromas, en las familias Anguillidae y Mugilidae se reproducen en agua marina pero habitan en estado adulto las aguas dulces.

Con base en estas consideraciones, se debe mencionar que el número de especies presentes en el estado puede tener algunas variaciones. Otra fuente de variación a los valores presentados puede ser la descripción de nuevas especies o la reagrupación taxonómica producto de estudios sistemáticos (*e.g.*, establecimiento de sinonimias y cambios nomenclaturales). De cualquier forma, el número de especies de peces que se localizan en Veracruz representa aproximadamente el 28 % del total de especies de agua dulce que se conocen en México (~506). Ello sitúa al estado entre los de mayor diversidad de peces dulceacuícolas en México.

ALGUNOS ASPECTOS ZOOGEOGRÁFICOS DE LAS COMUNIDADES DE PECES

En México se encuentran los límites de las regiones biogeográficas neártica y neotropical. Cada una de ellas tiene faunas de peces características (Meek, 1904; Miller y Smith, 1986); además, entre ellas se

localiza una clara área de transición. Veracruz se encuentra completamente inmerso en esta área de transición (Miller y Smith 1986), que va desde la frontera sur de Tamaulipas hasta la cuenca del río Papaloapan, en el sur del estado. Además de esta transición faunística, Veracruz tiene una complicada orografía, historia geológica y diversidad de climas, que favorecen la presencia de numerosos y diversos hábitats acuáticos y, con ello, una diversidad alta de especies de peces.

En la región centro-norte del estado, existe un área montañosa de suma importancia para los estudiosos de la biogeografía de peces. La llamada Punta del Morro (19° 50' N, 96° 25' O), en el municipio de Vega de Alatorre, es parte de una cadena montañosa que se ha sugerido como un parteaguas entre algunos grupos de peces que son típicamente neárticos y otros que son típicamente neotropicales (Obregón-Barbosa *et al.*, 1994; Contreras-Balderas *et al.*, 1996). Existen al menos nueve grupos de especies que tienen su límite de distribución (al norte o al sur) en esta área (Contreras-Balderas *et al.*, 1996). En la actualidad, existen algunas investigaciones que arrojan evidencias que resaltan la importancia de esta región en lo que respecta a la distribución de especies vegetales y animales en diversos grupos (Bart *et al.*, 2004; Hulsey *et al.*, 2004; Huidobro *et al.*, 2006).

ENDEMISMOS, CONSERVACIÓN Y ÁREAS PRIORITARIAS

En Veracruz existe un relativamente alto número de especies endémicas. Se han reconocido 11 especies, cuya distribución se encuentra restringida a la entidad (apéndice VIII.40, figura 1). Estos endemismos se localizan sobre todo en lagos y ríos de la Sierra de Los Tuxtlas (~18° 45' N, ~94° 35' O) (municipios: Santiago Tuxtla, San Andrés Tuxtla, Catemaco, Hueyapan de Ocampo, Soteapan, Mecayapan, Pajapan y Tatahuicapan), principalmente debido al aislamiento que desde el Pleistoceno, y por su ori-

gen volcánico, sufrieron los sistemas acuáticos de esta región (Vázquez *et al.*, 2004).

En la región de Los Tuxtlas se han identificado 33 especies de peces que integran comunidades con elencos sistemáticos particulares, dependiendo de la ubicación de los cuerpos de agua hacia el Golfo de México o hacia la vertiente continental (Vázquez *et al.*, 2004; Ochoa, 2004). Entre las especies endémicas de esta región es importante mencionar a *Bramocharax caballeri*, *Poecilia catemacensis*, *Poeciliopsis catemaco*, *Priapella olmecae* y *Atherinella ammophila*.

Tres especies que se presentan en Los Tuxtlas aparecen listadas en la Norma Oficial Mexicana sobre especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2001) (Semarnat, 2002): *Priapella olmecae*, que tiene la categoría de amenazada, y *Xiphoporus clemenciae* y *X. milleri*, que aparecen como en peligro. Es importante mencionar que actualmente dentro de la región de Los Tuxtlas se llevan a cabo estudios para determinar la identidad específica de individuos pertenecientes al género *Astyanax*, cuyos atributos morfológicos sugieren que se trata de una especie nueva, distinta a las existentes actuales (Vázquez *et al.*, 2004).

De los más de trece lagos que se ubican dentro de la región de Los Tuxtlas, es el lago de Catemaco el que presenta la mayor riqueza de especies, aunque la ictiofauna de muchos de esos sistemas hasta hoy se desconoce. Es importante mencionar que en los lagos El Mogo y Catemaco, se han identificado tres especies exóticas: *Oreochromis mossambicus* en el primero, y esta misma especie junto con *O. niloticus* y *Micropterus salmoides* en el segundo (Vázquez *et al.*, 2004; Ochoa, 2004).

Tanto en Los Tuxtlas como en múltiples regiones del estado existen pequeñas cuencas hidrológicas, de corto recorrido, fuerte pendiente, independientes entre sí y habitadas por taxa marinos que entran en los sistemas dulceacuícolas donde enriquecen las comunidades. La composición y estructura de muchas de estas comunidades no ha sido formalmente estudiada.

Además de Los Tuxtlas, existen otras áreas que son importantes para la conservación de los peces de

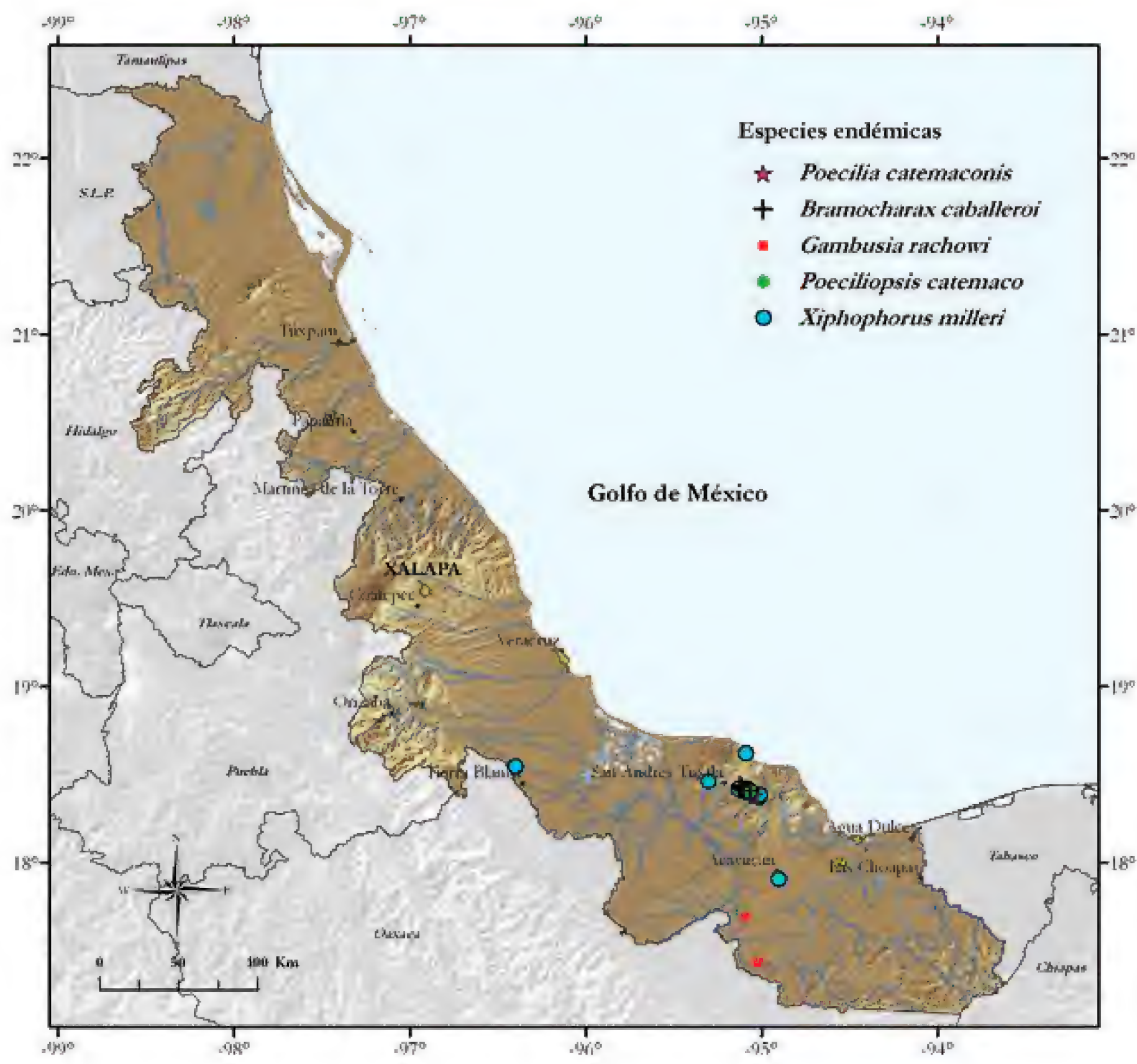


FIGURA 1. Distribución de especies endémicas al estado de Veracruz. Los puntos en el mapa corresponden a sitios donde se han colectado las especies mencionadas.

agua dulce en Veracruz. En el estado inciden 12 Regiones Hidrológicas Prioritarias identificadas por la Conabio (2000): 1) Río Tamesí; 2) Confluencia de las Huastecas; 3) Río Tecolutla; 4) Cuenca Oriental; 5) Río La Antigua; 6) Humedales del Papaloapan, San Vicente y San Juan; 7) Los Tux-

tlas; 8) Presa Miguel Alemán - Cerro de Oro; 9) Cabecera del Río Tonalá; 10) Cuenca media y alta del Río Uxpanapa; 11) Malpaso - Pichucalco; y 12) Cuenca media y alta del Río Coatzacoalcos (figura 2). Dentro de las porciones de estas regiones prioritarias que inciden en el estado, se encuentran algu-

nas especies que pueden considerarse como amenazadas o en peligro de extinción. En las figuras 3, 4, 5 y 6, se muestran algunas especies propias del estado.

A nivel estatal, existen nueve especies de peces dulceacuícolas que tienen alguna categoría de con-

servación dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001 (Semarnat, 2002). Cinco de ellas presentan la categoría “amenazada”, tres especies la de “en peligro de extinción”, y una más aparece como especie sujeta a “protección especial” (apéndice VIII.40).

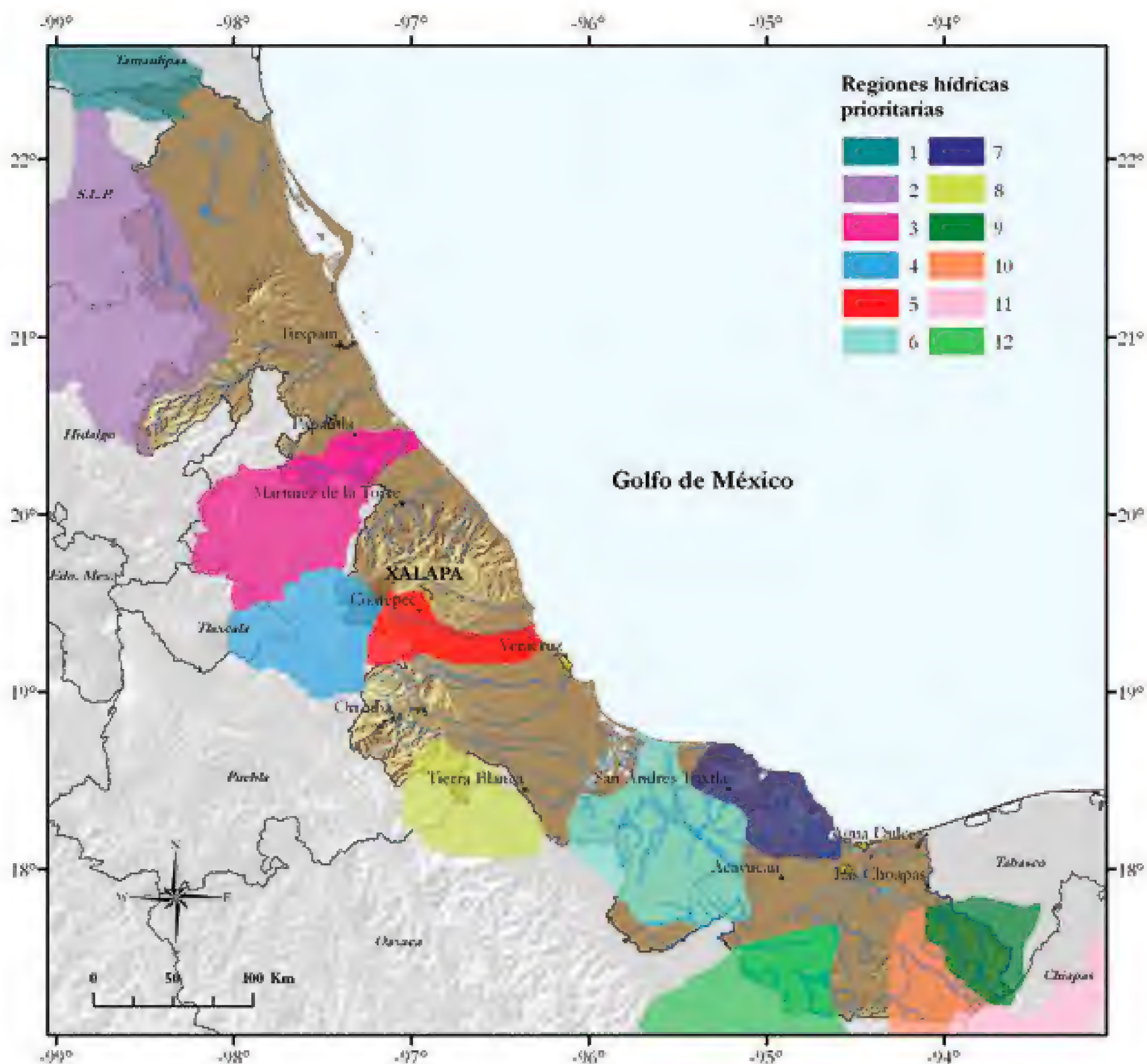


FIGURA 2. Regiones hidrológicas prioritarias (RHP) de Veracruz. Se incluye a todas las regiones hidrológicas prioritarias que tocan algún área del estado. Definición de RHP según Conabio (2000). 1) Río Tamesí; 2) Confluencia de las Huastecas; 3) Río Tecolutla; 4) Cuenca Oriental; 5) Río La Antigua; 6) Humedales del Papaloapan, San Vicente y San Juan; 7) Los Tuxtlas; 8) Presa Miguel Alemán - Cerro de Oro; 9) Cabeza del Río Tonalá; 10) Cuenca media y alta del Río Uxpanapa; 11) Malpaso – Pichucalco; y 12) Cuenca media y alta del Río Coatzacoalcos.



FIGURA 3. *Dionda ipni* (Foto: Eduardo Soto Galera).



FIGURA 5. *Xiphophorus birchmani* (Foto: Eduardo Soto Galera).



FIGURA 4. *Cichlasoma pantosticum* (Foto: Edmundo Díaz Pardo).



FIGURA 6. *Heterandria bimaculata* (Foto: Edmundo Díaz Pardo).

ACUICULTURA, PESCA Y ACUARISMO

El cultivo de peces dulceacuícolas es una importante actividad económica para Veracruz. La Asociación Veracruzana de Acuicultores (AVAC) estima que en el estado existen de 2 000 a 5 000 productores acuícolas. De ellos, una gran parte se dedica a la producción de especies de peces no nativas al estado. En orden descendente de su importancia en la producción, la tilapia (*Oreochromis* spp.), la trucha (*Onchorhynchus mykiss*), el bagre (*Ictalurus punctatus*) y la lobina (*Micropterus salmoides*), se producen tanto en cuerpos de agua artificiales, como en los lagos, lagunas y ríos del estado (Reta *et al.*, 2005). La primera especie antes mencionada es originaria de África, y del norte de América las otras tres. Con respecto a los esfuerzos para el cultivo de especies de peces nativos para alimentación se conoce muy poco. Sin embargo, se sabe que existen pesquerías de subsistencia basadas

en especies de peces nativos. Con respecto a los esfuerzos para el cultivo de especies de peces nativos para alimentación se conoce muy poco. Sin embargo, se sabe que existen pesquerías de subsistencia basadas

tanto en especies nativas como exóticas en muchos de los ríos del estado. Asimismo, es importante mencionar que en el lago de Catemaco, existen numerosas sociedades cooperativas de pesca que aprovechan especies nativas y exóticas. Estas pesquerías principalmente se basan en la captura de las especies nativas *Bramocharax caballeroi* y *Dorosoma petenense* y la exótica *Oreochromis aureus*, aunque existe aprovechamiento de otras especies. En los sistemas lagunares de Veracruz, los peces dulceacuícolas son también utilizados en pesquerías comerciales y de subsistencia.

Se conoce que aproximadamente existen 393 especies de peces dulceacuícolas introducidas en México para su utilización como peces de ornato (Fuentes y Espinosa, 2005). Muchas de estas especies, de origen amazónico y asiático principalmente, son comercializadas en diversas entidades del país. La producción de especies de peces nativos y exóticos para ornato es una actividad importante en Veracruz y aunque se desconoce la identidad de la totalidad de especies exóticas de ornato presentes en el estado y las condiciones de su cultivo, es oportuno recalcar que deben tomarse medidas precautorias para evitar que este tipo de peces tengan acceso a los ecosistemas naturales veracruzanos. También es necesario evitar la transfaunación de especies mexicanas, es decir, evitar que especies que se presentan en una determinada región de México o Veracruz, sean introducidas o liberadas en ecosistemas del estado de donde no son originarias.

Aunado a la producción de especies para ornato, Veracruz es también un sitio de interés para la extracción de peces de acuario de agua dulce. En las aguas naturales del estado existen muchas especies que son extraídas para su reproducción en cautiverio. Entre muchas otras, *Theraps nebuliferum*, *Cichlasoma salvini*, *Poeciliopsis catemaco* y *Xiphophorus helleri*, son especies que han sido utilizadas por los acuaristas (e.g., Lambert, 1994; Sung, 1996).

IMPACTOS SOBRE LA ICTIOFAUNA

Un alto porcentaje de los sistemas dulceacuícolas de Veracruz ha sufrido algún tipo de afectación por diversas actividades del hombre. Aunque los estudios de dichos efectos son limitados, es indudable que muchas de estas actividades han tenido consecuencias sobre las comunidades de peces de agua dulce. La pérdida de hábitat es quizás el más importante factor de cambio para los cuerpos de agua dulce y consecuentemente para las comunidades de peces. La deforestación de áreas naturales y el cambio en el uso de suelo han favorecido la erosión y con ello el azolve de ríos y lagos. Especies de peces que requieren de aguas relativamente claras y sustratos rocosos (e.g., para anidamiento) han sufrido tanto por el incremento en la turbidez del agua, como por el aumento de sustratos suaves en el fondo de los ríos y lagos. Además, la construcción de presas y otras estructuras para el control del flujo de agua, así como su utilización en el ámbito agrícola, industrial y urbano, han contribuido a la reducción de flujo de agua en los ríos, su fragmentación y, en ocasiones, han llevado a la desecación de segmentos de los mismos. Con ello, existe una reducción del hábitat disponible para los peces y se trunca el proceso de migración río arriba que algunas especies de peces (e.g., anguilas [*Anguilla rostrata*] y las truchas de tierra caliente [*Agonostomus monticola*]) llevan a cabo como parte de su proceso de reproducción.

Otro factor de cambio en la calidad del hábitat para los peces y el ecosistema en general es la destrucción del bosque ripario, es decir el que se desarrolla en las orillas de lagos y ríos. Esta vegetación sirve no sólo para evitar la erosión de sus orillas, sino también para controlar la temperatura de los cuerpos de agua (e.g. al proveerlos de sombra), como hábitat para insectos y otros organismos que son alimento de peces, y como proveedores de hábitat. Diversas especies de peces encuentran entre las raíces sumergidas de los árboles de ribera sitios de anidamiento y protección.

CUADRO 1. Especies exóticas introducidas a Veracruz.

FAMILIA Y ESPECIE	ORIGEN	USO	RIESGO
Centrarchidae			
<i>Micropterus salmoides</i>	Norteamérica	PD, AL	Depredador, Competencia
Cichlidae			
<i>Oreochromis aureus</i>	África y Medio Oriente	AL	Competencia
<i>O. mossambicus</i>	África	AL	Competencia
<i>O. niloticus</i>	África y Medio Oriente	AL	Competencia
Cyprinidae			
<i>Carassius auratus</i>	Europa y Asia	AL	Competencia
<i>Cyprinus carpio</i>	Europa y Asia	AL	Aumento en turbidez del agua. Alteración de hábitat.
Poeciliidae			
<i>Poecilia reticulata</i>	Suramérica y Antillas	AC	Hibridación Competencia
<i>Gambusia yucatana*</i>	Sur de México	AC	Competencia
<i>Xiphophorus helleri*</i>	Sur de México	AC	Hibridación
<i>Xiphophorus maculatus*</i>	Sur de México	AC	Hibridación
Salmonidae			
<i>Onchorynchus mykiss</i>	EUA, NO de México	AL, PD	Alteración de comunidades de invertebrados.
Ictaluridae			
<i>Ictalurus furcatus*</i>	EUA, NE de México	AL	Depredador
<i>Ictalurus punctatus*</i>	EUA, N de México	AL	Depredador
<i>Pylodictis olivaris*</i>	EUA, NE de México	AL	Depredador
Atherinopsidae			
<i>Chirostoma grandocule*</i>	Centro de México	AL	Competencia

Bajo origen se considera el área nativa de distribución de las especies. Para el uso: PD = pesca deportiva; AL = alimentación; AC = acuarismo. Como alimentación se considera a las especies para pesca comercial y de subsistencia. * Son especies con distribución en México o en ciertas regiones de Veracruz, que han sido translocadas a otras cuencas en el estado. Bajo la categoría de “Riesgo” se indica cuál es el modo probable de afectación a las especies nativas; un “Depredador” puede consumir directamente a las especies nativas; por “Competencia” las especies exóticas pueden desplazar a las nativas al utilizar un recurso común; el apareamiento de una especie nativa con una exótica puede generar “Hibridación”; otros mecanismos de afectación son descritos en el cuadro.

Las actividades productivas agrícolas, industriales y urbanas han contribuido con el ingreso de contaminantes orgánicos e inorgánicos a los cuerpos de agua dulce de Veracruz. Es bien conocido que el aporte de metales pesados y otros contaminantes inorgánicos tiene efectos negativos que incluyen daños morfológicos, etológicos y fisiológicos no sólo sobre peces, sino también sobre los seres humanos que los consumen o que utilizan los cuerpos de agua. Asimismo, la entrada de fertilizantes y abonos orgánicos, además de favorecer el incremento de la turbidez del agua, beneficia el incremento de la demanda biológica de oxígeno en el agua y reduce la cantidad de oxígeno disuelto disponible para los peces y otros organismos en el ecosistema.

El establecimiento de especies no nativas en los diferentes cuerpos de agua de Veracruz es uno de los más drásticos cambios que han sufrido las comunidades de peces. La entrada de especies exóticas afecta a las comunidades nativas de peces debido a que se incrementan la competencia por recursos (*e.g.* alimento, espacio), los fenómenos de depredación de las especies exóticas sobre crías y huevos de especies nativas, los fenómenos de hibridación y la transmisión de enfermedades y parasitismo de especies exóticas hacia las nativas.

Se mencionó que existen algunas especies exóticas de peces que son de utilidad alimenticia y que actualmente forman parte de la actividad acuícola en el estado. Cuando estas especies escapan de las granjas acuícolas o aquellas dedicadas a la acuarofilia, y logran establecerse en ambientes naturales, existe un alto potencial de que puedan afectar a las nativas.

La invasión de especies exóticas es una de las causas más importantes de pérdida de biodiversidad a nivel mundial. Es factible que el número de especies exóticas a Veracruz aumente en el futuro próximo si no se toman medidas precautorias. Entre otras, es altamente probable la llegada a aguas dulces veracruzanas de los llamados peces diablo o plecos (Familia Loricariidae), que podrían tener

consecuencias graves para las pesquerías comerciales y de subsistencia del estado, y en general para las comunidades de peces nativos. Actualmente se conocen 15 especies de peces de agua dulce que han sido introducidas a aguas veracruzanas con objetivos diversos, y cuyos efectos potenciales pueden ir desde la competencia con especies nativas, hasta la transmisión de enfermedades (cuadro 1).

Varias especies de peces dulceacuícolas mexicanos han sufrido bajas en sus poblaciones como consecuencia de la sobrepesca. Poco se conoce acerca de aquellos peces que en los ríos o lagos veracruzanos hayan tenido alguna afectación derivada de la sobrepesca, pero se han dado pasos importantes para regular las pesquerías en ciertos sistemas de Veracruz y así evitar la disminución de algunas especies importantes para consumo humano (Ochoa, 2004).

ALGUNAS RECOMENDACIONES DE MANEJO

Ante los factores de degradación ambiental mencionados, es necesario implementar acciones en muy diversas áreas y desde múltiples niveles de gobierno. Es necesario aumentar la difusión del conocimiento que se tiene acerca de la alta diversidad biológica dulceacuícola de Veracruz y su problemática actual. Al mismo tiempo, es imperativo que los diversos sectores ciudadanos, de gobierno y productivos del estado, reconozcan su papel no sólo como beneficiarios de los sistemas dulceacuícolas, sino como potenciales degradadores de los mismos. Más allá del reconocimiento de beneficios y responsabilidades, resulta importante la colaboración intersectorial e intermunicipal en la identificación de problemas que aquejen a las comunidades de peces nativos del estado y en la implementación de estrategias que permitan la mejora de las condiciones de los ecosistemas acuáticos. Los peces de agua dulce no sólo requieren de buena calidad de agua para su supervivencia, sino también de la presencia y adecuado funcionamiento de todos los componentes

bióticos y abióticos que se presentan en sus ecosistemas naturales. Es imperativo que, como sociedad, procuremos el mantenimiento de estos componentes.

Listados

Como apéndice (VIII.40) a este capítulo, se presenta un listado de 143 especies de peces dulceacuícolas en 35 familias. Incluye la clasificación fisioecológica de cada especie (primaria, secundaria, periférica y migratoria) (ver párrafos anteriores), su estado de endemismo, y su estatus en listas de especies en peligro. Este listado ha sido integrado de acuerdo con las bases de datos del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB-Conabio), y de la Colección Nacional de Peces Dulceacuícolas del Instituto Politécnico Nacional, que han sido actualizadas y modificadas con base en las consideraciones de Obregón-Barbosa *et al.* (1994), Vázquez *et al.* (2004), Miller *et al.* (2005), y nuestros datos de campo.

AGRADECIMIENTOS. Este trabajo fue posible gracias al apoyo de los proyectos CONACYT 43082-F, 4158P y 32732-T; Conabio S022 y S115; Secretaría de Investigación y Posgrado, IPN (SIP20061090 y SIP20071384), y el apoyo a NMS por parte del Instituto de Ecología. Agradecemos también a las muchas personas que ayudaron en las múltiples colectas que generaron los datos necesarios para poder realizar este trabajo.

LITERATURA CITADA

- BART, H.L. Jr., R.D. Suttikus, J. Lyons y N. Mercado-Silva, 2004, A preliminary analysis of the taxonomic status of *Ictiobus meridionalis* (Günther), en: M.L. Lozano-Vilano y Contreras-Balderas A.J. (eds.), *Libro Homenaje al Dr. Andrés Reséndez Medina*, Monterrey, Nuevo León, México, Universidad Autónoma de Nuevo León, pp. 47-61.
- CONSEJO NACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD (Conabio), 2000, *Regiones hidrológicas prioritarias para la conservación de la biodiversidad*, México.
- CONTRERAS-BALDERAS S., H. Obregón-Barbosa y M.L. Lozano-Vilano, 1996, Punta del Morro, una interesante barrera de los patrones de distribución de peces continentales del norte y centro de Veracruz, *Acta Biológica de Venezuela* 16(4): 37-42.
- FUENTES MATA, P. y H. Espinoza Pérez, 2005, Presence in Mexico of exotic fishes via the aquarium hobby industry, presentación en cartel en la reunión del Desert Fish Council, Cuatro Ciénegas, Coah. (http://www.desertfishes.org/meetings/2005/DFC_Program_2005_final.pdf)
- HUIDOBRO, L., J.J. Morrone, J.L. Villalobos, y F. Álvarez, 2006, Distributional patterns of freshwater taxa (fishes, crustaceans and plants) from the Mexican Transition Zone, *Journal of Biogeography* 33(4): 731-741.
- HULSEY, C.D., F.J. García de León, Y. Sánchez Johnson, D.A. Hendrickson y T.J. Near, 2004, Temporal diversification of Mesoamerican cichlid fishes across a major biogeographic boundary, *Molecular phylogenetics and evolution* 31: 754-764.
- LAMBERT, D., 1994, The livebearer world; livebearers of Lake Catemaco, *Tropical Fish Hobbyist* 42 (7): 98-104.
- MEEK, S.E., 1904, The fresh-water fishes of Mexico north of the Isthmus of Tehuantepec, *Field Columbian Museum Publications* 93 (Zool.)(5:IX-LXIX): 1-252.
- MILLER, R.R. y M.L. Smith, 1986, Origin and geography of the fishes of Central Mexico, en C.H. Hocutt y E.O. Wiley (eds.), *The zoogeography of North American freshwater fishes*, Nueva York, John Wiley & Sons, pp. 487-517.

- MILLER, R.R. W.L. Minckley y S.R. Norris, 2005, *Freshwater fishes of Mexico*, The University of Chicago Press, Chicago, 652 pp.
- OBREGÓN-BARBOSA, H., S. Contreras-Balderas y M.L. Lozano-Vilano, 1994, The fishes of northern and central Veracruz, Mexico, *Hydrobiología* 286: 79-95.
- OCHOA MUÑOZ, L.I., 2004, Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-041-PESC-2004, pesca responsable en el lago de Catemaco, ubicado en el estado de Veracruz. Especificaciones para el aprovechamiento de los recursos pesqueros, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), pp. 17.
- RETA M., J.L., R. Hernández D., F.J. Luna, A. Asiain H. y A. Coello, 2005, El cultivo de tilapia en Veracruz, México, *Panorama Acuícola* 10(4): 12-19.
- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (Semarnat), 2002, Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestre-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo, *Diario Oficial de la Federación*, México.
- SUNG, S., 1996, Adventures in southern Mexico: Veracruz and Oaxaca, *Tropical Fish Hobbyist* 44(12): 12-20.
- VÁZQUEZ HURTADO, G., E. Díaz-Pardo, A. Gutiérrez-Hernández, I. Doadrio Villarejo y A. De Sostoa, 2004, Los ríos y los lagos, en S. Guevara S., J. Laborde D. y G. Sánchez-Ríos (eds.), *Los Tuxtlas. El paisaje de la sierra*, Instituto de Ecología y Unión Europea, Xalapa, pp. 201-230.

Diversidad de peces en los ambientes costeros y plataforma continental



Sycidium gymnogaster. Banco de imágenes de Conabio
(Foto: Altagracia Gutiérrez Hernández)

Ana Laura Lara-Domínguez
Jonathan Franco López
Carlos Bedia Sánchez
Luis G. Abarca Arenas
Silvia Díaz Ruiz
Arturo Aguirre León
Carlos González-Gándara
Manuel Castillo-Rivera

INTRODUCCIÓN

Los peces constituyen el grupo de vertebrados más diverso, con un registro cercano a 20 000 especies en todo el mundo. En aguas nacionales se calcula que existen alrededor de 2 300 especies que constituyen el 12 % del total mundial (Froese y Pauly, 2004).

El litoral del estado de Veracruz se caracteriza por la presencia de al menos 18 lagunas costeras que cubren un área de 1 166 km², el 7.4 % del territorio nacional, por lo que el estado ocupa el quinto lugar en superficie de lagunas costeras respecto del total del país y el tercero en extensión entre los estados del Golfo de México (Contreras y Castañeda, 1995).

Como resultado de lo anterior, existe una amplia variedad de especies de moluscos, crustáceos y peces, muchos de los cuales son consumidos por los habitantes locales o distribuidos en áreas comerciales de la Ciudad de México. Con base en los volúmenes de captura, se estima que

este estado ocupa el cuarto lugar en la producción pesquera en México.

DIVERSIDAD

Para el estado de Veracruz se registran al menos 478 especies (apéndice VIII.41) en los diversos ambientes costeros identificados, representando más del 45 % de lo que se reporta para todo el Golfo de México (984 especies de peces) (Froese y Pauly, 2004).

Estas especies están distribuidas en 101 familias y de éstas 35 estuvieron representadas sólo por una especie, 12 familias por dos especies y 13 familias por tres especies. Mientras que una sola familia, la de los Serranidae donde se ubican las chernas y los meros, tuvo 25 especies de peces; para las familias Gobiidae (peces de acuario) y Cichlidae (mojarras de agua dulce) junto con la familia Sciaenidae (corvinas y verruguetas) se registraron 24 y 21 especies de peces, respectivamente (figura 1). Asimismo, las familias con importancia comercial como Carangi-

dae (jureles, palometas con 20 especies), Engraulidae (anchoas), Clupeidae (sardinas, con 12 especies) y Ariidae (bagres) también presentaron una gran diversidad de especies. De acuerdo a la FAO (1995) en México existen 152 especies de peces de uso comercial; 49 de éstas se presentan en el estado de Veracruz, como el macabi, bagre, macarela, chicharrón, pámpano, diferentes especies de tiburón y raya, róbalo, chucumite, lisa, lebrancha, tilapia, sardina, mojarra rayada, pargo, huachinango, corvina, entre otros recursos de importancia pesquera.

La Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas y raras, estableciendo especificaciones para su protección. Para el estado de Veracruz la NOM-059-SEMARNAT-2001 considera con estatus de protección a las especies de caballito

de mar, tiburón blanco y sierra como amenazadas, mientras que en peligro se encuentran el topote del río Tamesí. Por otro lado, la FAO (1995 y 1997) reporta para la costa del estado de Veracruz, 10 especies de las 119 especies amenazadas en México: hogfish (*Lachnolaimus maximus*); pargos (*Lutjanus cyanopterus* y *L. analis*); topote del río Tamesí (*Poecilia latipunctata*); pez sierra (*Pristis pristis*); pez loro (*Scarus guacamaia*); mero (*Epinephelus itajara*); cherna (*Mycteroperca interstitialis*); cornuda gigante (*Sphyrna mokarran*); caballito de mar (*Hippocampus erectus*).

Asimismo, existen especies que producen algún tipo de envenenamiento y que son peligrosas para la salud humana. La FAO (1995) y Froese y Pauly (2004) reportan para México al menos 271 especies de peces, de las cuales 119 están presentes en la costa de Veracruz.

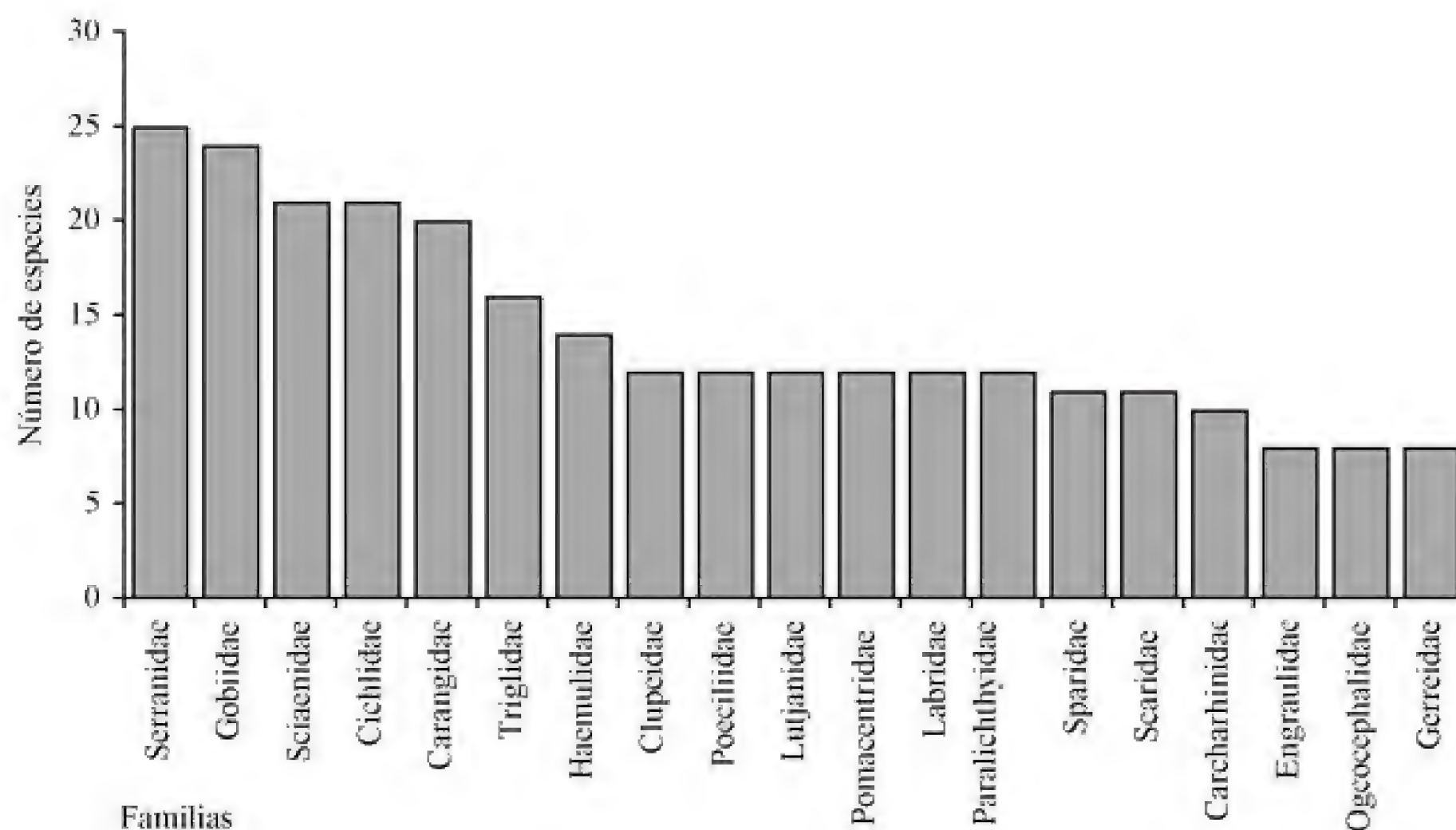


FIGURA 1. Familias de peces más representativas en el estado de Veracruz.

Finalmente, de las especies registradas en la costa del estado, 38 se encuentran en 10 o más de los sistemas lagunares analizados. Entre estas especies se pueden mencionar al bagre (*Ariopsis felis*, 14 localidades), el jurel (*Caranx hippos*, 11 localidades), el robalo blanco (*Centropomus undecimalis*, 14 localidades), la mojarra (*Diapterus auratus*, 14 localidades), el pargo viajaiba (*Lutjanus synagris*, 11 localidades), la lisa y lebrancha (*Mugil cephalus* y *Mugil curema*, 12 y 15 localidades, respectivamente), el sargo (*Archosargus probatocephalus*, 12 localidades), que además son especies con importancia comercial. Muchas de ellas utilizan los sistemas lagunares como áreas de crianza, alimentación y refugio contra predadores en las primeras etapas de su ciclo de vida, por lo que es muy importante determinar en cuáles etapas y dónde se desarrollan para evitar que las capturas comerciales se lleven a cabo en estas áreas induciendo a una pesca no sustentable y con riesgo de la sobrepesca.

EL ESTUDIO DE LA ICTIOFAUNA EN VERACRUZ

Dado el éxito en la explotación local y comercial de los peces, son numerosos los grupos de investigación que se han dedicado a realizar estudios con enfoques diversos sobre el tema. Destaca el grupo de trabajo del laboratorio de Ecología de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la UNAM, que ha realizado investigaciones de 1980 a la fecha sobre temas ictiológicos en diferentes sistemas costeros del estado de Veracruz, como son Tamiahua, Tuxpan, Tecolutla, Casitas, Laguna Grande, Mandinga, Alvarado y Sontecomapan y cuyos resultados se analizan conjuntamente en el libro de Bedia y Franco (2008).

El desarrollo de estas investigaciones, se ha llevado a cabo a través de tesis de licenciatura y de posgrado así como en la publicación de diversos artículos científicos. Entre otros, se pueden citar los

trabajos de Abarca *et al.* (2003, 2004, 2007) sobre las relaciones tróficas de las comunidades de peces de la pesca incidental camaronera; Altamirano *et al.* (1995) comprende resultados sobre los usos actuales y potenciales de los vertebrados en Alvarado; Arceo *et al.* (2004) comparan las relaciones tróficas de dos especies del pez aguja en la Laguna de Alvarado; Barrera *et al.* (1995, 1997, 2001, 2002) describen la histología de la maduración gonádica de diferentes especies de peces; Bautista *et al.* (2001) estudian la ecología de la pesca de acompañamiento de la zona ribereña en Alvarado; Campos *et al.* (1997) presentan resultados sobre la alimentación del chivo *Upenus parvus*; Carbajal-Fajardo *et al.* (2009) sobre el comportamiento trófico de los peces en la laguna Camaronera; Chávez *et al.* (1988, 1995, 1996, 2003, 2005) realizan investigación sobre la distribución y abundancia de especies de peces marinos en diferentes lagunas del estado así como de estudios sobre el efecto del parasitismo en estos organismos; De la Cruz Agüero (1985) realiza un estudio en peces sobre los efectos del dragado de la boca de conexión de la laguna de Mandinga, y Chávez y Franco (1992) la respuesta de la comunidad de peces ante el impacto ambiental en la Boca Camaronera en la laguna de Alvarado; De la Cruz Agüero *et al.* (1985) y De la Cruz Agüero y Franco (1987) llevan a cabo una caracterización de las comunidades de peces en los estuarios del estado de Veracruz y sus relaciones tróficas; Franco y Millán (1993) y Franco *et al.* (1985, 1992, 1996, 1997) llevan a cabo estudios de los peces en diferentes sistemas lagunares y plataforma continental frente a Alvarado y su relación con la vegetación acuática sumergida; Montoya *et al.* (2004a, 2004b) llevan a cabo estudios sobre helmintos en *Dormitator maculatus*; Morán *et al.* (1996, 2005) determinan el patrón hidrológico en el sistema lagunar de Alvarado; Peláez *et al.* (2005) presentan resultados de las relaciones tróficas de los peces demersales en zonas de captura de camarón.

Asimismo, la Universidad Veracruzana ha realizado numerosas investigaciones sobre comunidades de peces abordando diferentes aspectos, principalmente en investigaciones de tesis de licenciatura. Se han abordado tópicos sobre la estructura y composición de especies de peces en sistemas costeros como en Alvarado y laguna el Llano (Morales-Almora, 1984; Saucedo-Rodríguez, 1998) así como en el sistema arrecifal asociado a la costa del estado (González-Navarro, 1974; Pérez-Hernández, 1989; Trinidad-Martínez, 2004; Terán-Basilio y Macías-Juárez, 2005); diferentes aspectos de la biología de especies con importancia comercial como son *Mugil cephalus* y *Mugil curema* (Calva-Monroy, 1985; Orozco-Alvarez, 1986, Cuervo-Salas, 1993, Sánchez-Medina, 1993; Amador-Aguirre, 1996), *Centropomus parallelus* y *Centropomus undecimalis* (Lara-Huesca, 1995; Montero-Zenil, 1998), de las familias Cichlidae (Juárez, 1983; Solís Gaona, 1986), Carangidae (Vela González, 1991), Gobiidae (López Aguilar, 1982; Contreras-Alcázar, 1986; Cruz Acosta, 1995; Rojas García, 1994), lenguados (Cevallos Lozano, 1988; Cruz Rivera, 1990). Se han realizado investigaciones sobre aspectos de la biología de diferentes especies registradas en los sistemas costeros del estado como *Dormitor maculatus* (Aguirre Martínez, 1990), *Gobiomorus dormitor* (Campos Pérez, 1992), *Dorosoma petenense* (Rodríguez Mouriño, 1993), *Anchoa mitchilli* (Ruelas Izunza, 1988), *Astyanax fasciatus* (Romay Castillo, 1992), *Halichoeres bivittatus* (Hernández Gutiérrez, 1992), *Cynoscion nebulosus* (López-Hernández, 1993), *Scomberomorus maculatus* (Loza Castillo, 1990), *Diapterus rhombeus* y *Diapterus auratus* (Murrieta Martínez, 1980; Ortiz Martínez, 1987). Otros estudios relacionados con los peces del estado de Veracruz y su explotación son los relacionados con tiburones (Marín Osorno, 1992; Montiel Bandalá, 1998); sobre la evaluación de las capturas pesqueras (Pazarán Guerra, 1997; Castellanos Leyva, 2000; Ferrer Yépez y García Araujo, 2002; Miranda y Solís, 2001; Ramón Bonifacio, 2003). Asimismo

se han llevado a cabo estudios de la evaluación del ictioplancton en los diferentes sistemas costeros del estado (Apo Rodríguez, 1991, en el Estero Casitas; Benítez Torres, 1986, en la Laguna La Mancha; Galván Quesada, 1992, en Punta Delgada y Punta Gorda en la plataforma continental; León Alemán, 1990, en la zona marina frente a los ríos Coatzacoalcos y Tonalá, y Márquez Lozano, 1991, en zonas perturbadas de la zona costera veracruzana). Así como sobre la fauna asociada a los cauces de los ríos Atoyac (Delgado Medina, 1989) y Actopan (Velásquez Domínguez, 1989).

Otro grupo que ha trabajado continuamente sobre la ecología y biología de comunidades de peces en los sistemas costeros del estado es el área de ecosistemas costeros del Departamento de Hidrobiología de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa con proyectos de investigación que se desarrollan dentro del marco de tesis de licenciatura y publicaciones en numerosas revistas de interés (Castillo-Rivera, 1997; Castillo-Rivera y Kobelkowsky, 1993, 2000; Castillo-Rivera y Zárate, 2001; Castillo-Rivera *et al.*, 1994, 2002, 2003, en el norte del estado; Díaz Ruiz *et al.*, 2000, 2003, 2008a, 2008b, en las lagunas de Tamiahua, La Mancha y el Ostión; Kobelkowsky, 1985, en la laguna de Tampamachoco; Pérez-Hernández y Torres-Orozco, 2000, que hacen una evaluación de la diversidad íctica en la lagunas costeras del estado de Veracruz).

Además de las referencias de estos grupos particulares, existen numerosos estudios de investigación que aportan información al conocimiento de la ictiología de las aguas costeras del estado de Veracruz, como es el caso del Instituto Politécnico Nacional con los trabajos realizados en Tuxpan-Tampamachoco (Chávez, 1972; Castro Aguirre, 1978, 1986; Castro Aguirre *et al.*, 1986; Cota y Santiago, 1994; López-López *et al.*, 1991) y de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (Sánchez Rueda, 1986). Como publicaciones en diversas revistas de prestigio nacional e internacio-

nal se encuentran los trabajos de Reséndez Medina (1970, 1983), Fuentes-Mata *et al.* (1989), Reséndez Medina y Kobelkowsky (1991), Huidobro-Campos y Schmitter-Soto (1993), Lozano Vilano *et al.*, (1993), Obregón Barboza *et al.* (1994).

Sobre la evaluación de las comunidades de peces en arrecifes de coral y en la plataforma continental, se encuentran los trabajos de Reséndez Medina (1971), Castro Aguirre y Márquez Espinosa (1981), Hernández-Rodríguez (1995), González Gándara, González Gándara y González Sansón (1997), González-Gándara *et al.* (2006). Finalmente, sobre la ecología de las comunidades de peces en las bocas de conexión de las lagunas La Mancha y del Ostión en ciclos de 24 horas están los de Lara-Domínguez *et al.* (2008a y 2008b).

CONCLUSIONES

Existen otras especies que también se registran en la mayoría de los sistemas lagunares del litoral del estado de Veracruz que aunque no tienen importancia comercial en este momento son potencialmente comerciables o bien se capturan para consumo local, por lo que es recomendable una estricta regulación de las capturas tanto comerciales como artesanales en los sistemas lagunares.

La enorme riqueza de peces del estado de Veracruz, representada por 478 especies, se sustenta en la presencia de diversos sistemas costeros como lagunas y estuarios, arrecifes de coral y plataforma continental, que permiten un continuo intercambio de especies entre ellos. Esta riqueza adquiere mayor relevancia si consideramos que la mayoría de las comunidades humanas asentadas en la zona costera han dependido de la pesca como una de las actividades económicas principales y donde los peces son el recurso que sostiene la economía de muchas zonas del estado.

Aunado a lo anterior estas especies son importantes en el mantenimiento de los procesos pro-

ductivos de los distintos sistemas costeros que permite reconocer que su afectación o su disminución en cualquiera de estos ecosistemas, podría generar alteraciones mayores al verse perturbada la estructura comunitaria y con ello los balances de materiales y energía expresados en la dinámica trófica y poblacional de las especies con importancia, tanto comercial como ecológica que utilizan los ambientes costeros en alguna parte de su ciclo de vida.

LITERATURA CITADA

- ABARCA, A.L.G., J. Franco L., R. Chávez L. y A. Morán S., 2003, *Estructura de la comunidad de peces de la pesca incidental camaronesa*. Memoria III Foro de Camarón del Golfo de México y del Mar Caribe, INP, México, pp. 69-73.
- ABARCA, A.L.G., J. Franco L., R. Chávez L., D. Arceo C. y A. Moran S., 2004, Trophic analysis of the fish community taken as bycatch of shrimp trawls off the coast of Alvarado, Mexico, *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 55: 384-394.
- ABARCA A.L.G, J. Franco L., M.S. Peterson, N.J. Brown-Peterson y E. Valero-Pacheco, 2007, Socio-metric analysis of the role of penaeids in the continental shelf foodweb, based on by-catch, *Fisheries Research* 87(1): 46-57.
- AGUIRRE MARTÍNEZ, M., 1990, *Estudio cariotípico de Dormitor maculatus (Bloch, 1790) en el Río de Papaloapan de la región de Carlos A. Carrillo*. Veracruz, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 44 pp.
- ALTAMIRANO, A.T., J. Franco, L., A. De Sucre M., P. Ramírez, B., R. Chávez L., M. Soriano, S. y C. Bedia, S., 1995, Usos Actuales y Potenciales de los Vertebrados en Alvarado, Veracruz, México, *Revista de Zoología* 7: 14-31.
- AMADOR AGUIRRE, N., 1996, *Reclutamiento y áreas de distribución de los prejuveniles y juveniles de Mugil cephalus Linneo 1758 y Mugil curema Valenciennes, 1836 en la porción sur de la Laguna de Tamiahua*,

- Veracruz, México, tesis de licenciatura, Universidad Veracruzana, Tuxpan, Ver., 61 pp.
- APO RODRÍGUEZ, I., 1991, *Análisis de la composición ictioplanctónica del estero de Casitas, Veracruz (periodo 1987-1988)*, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 45 pp.
- ARCEO, C.D., J. Franco L., G. Waggy y R. Chavez L., 2004, Trophic comparasion of two Needlefish (Belonidae) in the Alvarado Lagoonal System, Veracruz, Mexico, *Gulf and Caribbean Research* (16): 81-88.
- BENÍTEZ TORRES, J.A., 1986, *Abundancia y distribución del Ictioplancton en relación con los factores hidrobiológicos en la Laguna de La Mancha, municipio de Actopan. Veracruz*, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 33 pp.
- BARRERA, E.H., J. Franco, L., R. Chávez, L. y J. Sepúlveda S., 1995, Histología y ultraestructura de los compartimentos germinales en los testículos de peces, (nota científica) *Revista de Zoología* 7: 37-39.
- BARRERA, E.H., J. Sepúlveda., J. Franco L., J. Montoya M., C. Bedia S., E. Peláez R., A. Moran S. y R. Chávez L., 1997, Morfología y ultraestructura de las células testiculares de *Cynoscion nothus*, *Revista Oceanología UECYTM-SEP* 3(15): 13-18.
- BARRERA, E.H., J. Sepúlveda S., J. Franco L. y R. Zamudio A., 2001, Descripción histológica y ultraestructural del testículo de *Cynoscion nothus*, *Revista de Zoología* 12: 1-11.
- BARRERA, E.H., J. Franco L., R. Zamudio A. y J.A. Martínez P., 2002, Maduración testicular e histología de *Belonesox belizanus belizanus* (Osteichthyes:Poeciliidae), *Revista de Zoología* núm. 13: 11-16.
- BAUTISTA, H.J., R. Chávez, L., J. Franco L., J. Montoya M. y C. Bedia S., 2001, Ecología de la ictiofauna acompañante de la pesca ribereña en las barrancas, Municipio de Alvarado, Veracruz, *Revista de Zoología*, núm. 12: 12-27.
- BEDIA, C. y J. Franco L., 2008, *Peces de los Sistemas Costeros del Estado de Veracruz*, FES-Iztacala, UNAM, 508 pp.
- CALVA Monroy, M.E., 1985, *Parasitismo por acantocéfalos y su relación con algunas características biológicas de Mugil curema en la laguna de Tampamachoco, Veracruz, México*, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, Tuxpan. Ver., 29 pp.
- CAMPOS Pérez, J., 1992, *Fauna Helminológica de la Guabina Gobiomorus dormitor (Lacepede 1800) en el río Tecolutla, Veracruz, México*, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 99 pp.
- CAMPOS, D.L., J. Franco L., E. Peláez R., V. Cruz E., R. Chávez L. y S. Chazaro O., 1997, Alimentación del Chivo *Upeneus parvus* de la Fauna de Acompañamiento de Camarón en la Plataforma Continental de Alvarado, Veracruz, *Revista Oceanología UECYTM* 3(15): 47-61.
- CARBAJAL F., Z.S., J. Franco L., H. Barrera E., L.G. Abarca A., C. Bedia S., A. Moran S. y H. Vázquez L., 2009, Trophic Seasonal Behavior of the Ichthyofauna of Camaronera Lagoon, Veracruz. *Journal of Fisheries and Aquatic Science* 4(2): 75-89
- CASTELLANOS Leyva, C., 2000, *Diagnóstico de las especies capturadas incidentalmente en la pesca del atún con palangre en el Golfo de México en el periodo enero-diciembre de 1995*, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, Tuxpan. Ver., 46 pp.
- CASTILLO Rivera, M., 1997, *Diversidad de peces de las lagunas costeras de Pueblo Viejo y el Mango, Veracruz*, Informe final del Proyecto H128 Conabio, 48 pp.
- CASTILLO Rivera, M. y A. Kobelkowsky, 1993, Comportamiento ambiental de la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, México, *Biotam* 5(2): 11-12.
- , 2000, Distribution and segregation on two sympatric *Brevoortia* species (Teleostei: Clupeidae), *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 50(5): 593-598.
- CASTILLO Rivera, M. y R. Zárata, 2001, Patrones espacio-temporales de la abundancia de los peces en la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, *Hidrobiológica* 11(1): 75-84
- CASTILLO Rivera, M., G. Moreno y R. Iniestra, 1994, Spatial, seasonal, and diel variation in abundance of Bay anchovy *Anchoa mitchilli* (Teleostei: Engraulidae) in a tropical coastal lagoon of México, *Southwestern Naturalist* 39(3): 263-268.

- CASTILLO Rivera, M., J.A. Zavala-Hurtado y R. Zárate, 2002, Exploration of spatial and temporal patterns of fish diversity and composition in a tropical estuarine system of Mexico, *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 12: 167-177.
- CASTILLO Rivera, M., R. Zárate y L. Sanvicente-Añorve, 2003, Patrones de la diversidad de peces en la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, México, *Hidrobiológica* 13(4): 289-298.
- CASTRO-AGUIRRE, J.L., 1978, *Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México con aspectos zoogeográficos y ecológicos*, Dirección General Instituto Nacional de la Pesca, Serie Científica 19: 1-298.
- , 1986, *Estudios sistemáticos y ecológicos de la ictiofauna del sistema estuarino-lagunar Tuxpan-Tampamachoco, Veracruz, México*, tesis doctoral, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, México, 233 pp.
- CASTRO-AGUIRRE, J.L. y A. Márquez-Espinosa, 1981, *Contribución al conocimiento de la ictiofauna de la Isla de Lobos y zonas adyacentes, Veracruz, México*, Dirección General Instituto Nacional de la Pesca, Serie Científica 22: 1-85.
- CASTRO-AGUIRRE, J.L., R. Torres-Orozco B., M. Ugarte A. y A. Jiménez, 1986, Estudios ictiológicos en el sistema estuarino-lagunar Tuxpan-Tampamachoco, Veracruz. I. Aspectos ecológicos y elenco sistemático, *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, IPN, México, 30: 155-170.
- CEVALLOS Lozano, M., 1988, *Estructura poblacional de las especies de lenguados que habitan en la Laguna del Llano, Veracruz, México*, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 42 pp.
- CHÁVEZ, E.A., 1972, Notas acerca de la ictiofauna del estuario del Río Tuxpan y sus relaciones con la temperatura y la salinidad, en J. Carranza (ed.). *Memorias del IV Congreso Nacional de Oceanografía*, 17-19 de noviembre de 1969, México.
- CHÁVEZ, L.R., J. Franco, L. y L.G. Abarca, A., 1988, *Distribución y Abundancia de las Especies Marinas en la Cuenca Central de la Laguna de Tamiahua, Ver. durante el ciclo 1985-1986*, IX Congreso Nacional de Zoología, 13 al 16 de octubre de 1987, Villahermosa, Tab., (2): 18-28.
- CHÁVEZ, L.R. y J. Franco L., 1992, Respuesta de una comunidad de peces ante un impacto ambiental en Boca Camaronera, Alvarado, Veracruz, *Hidrobiológica* (3/4): 25-33.
- CHÁVEZ, L.R., S. González R. y J. Franco L., 1995, *Ergasilus arthrosis* Copépodo Parásito de la Lebrancha *Mugil curema* (Pisces: Mugilidae), *Revista Zoología*, 7: 6-13.
- CHÁVEZ, L.R., J. Montoya M., J. Franco, L. y H. Barrera E., 1996a, Parásitos de Peces Colectados en la Laguna de Alvarado, Veracruz, *Revista Zoología*, núm. especial 2:33-56.
- , 1996b, Parasitismo: Un Enfoque Ecológico, *Revista Zoología* 8: 30-42.
- CHÁVEZ, L.R., A. Botello A., E. Durán R., J. Montoya M. y J. Franco L., 2003, Migración larvaria de *Cynoscion complanatum* en el hospedero intermediario *Dormitator maculatus* (Osteichthyes: Eleotridae), *Revista de Zoología* 14: 16-22.
- CHÁVEZ, L.R., M.S. Peterson, N.J. Brown P., A.A. Morales G. y J. Franco L., 2005, Ecology of the mayan cichlid, *Cichlasoma urophthalmus* Günther, in the alvarado lagoonal system, Veracruz, Mexico, *Gulf and Caribbean Research* (17):123-131.
- CONTRERAS-ALCÁZAR, C., 1986, *Contribución al estudio de la Biología de Gobionellus hastatus* (Girard, 1859), (Pisces: Gobiidae) en el Sistema Lagunar (Laguna Grande- Laguna Chica), municipio de Vega de Alatorre, Veracruz, México, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 27 pp.
- CONTRERAS, E.F. y O. Castañeda L. (comps.), 1995, *Ecosistemas Costeros Mexicanos*, Conabio/ UAM/ PEMSA, México.
- COTA, F.V. y R. Santiago B., 1994, Estudio de la estructura de las comunidades de peces de la laguna de Tampamachoco, Veracruz, *Oceanología* 1: 149-173.
- CRUZ-ACOSTA, H., 1995, *Aspectos biológicos y ecológicos de los peces de la familia Gobiidae en el estero Arroyo Moreno, municipio de Boca del Río, Veracruz, México* haciendo

- énfasis en el papel trófico*, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 83 pp.
- CRUZ-RIVERA, H., 1990, *Contribución al conocimiento de la biología de Citharichthys spilopterus (Gunther) de la Laguna de Tampamachoco de Tuxpan, Veracruz, México*, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, Tuxpan, Ver., 46 pp.
- CUERVO-SALAS, A., 1993, *Determinación de aspectos reproductivos de la lebrancha Mugil curema (Valenciennes, 1936) y la lisa Mugil cephalus (Linnaeus, 1758) en la Laguna de Tamiahua, Veracruz*, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, Tuxpan, Ver., 66 pp.
- DE LA CRUZ Agüero, G., 1985, Cambios ictiofaunísticos debidos al dragado en la laguna de Mandinga, Ver., *Memorias del VII Congreso Nacional de Zoología*, Saltillo, Coah. pp. 14-28.
- DE LA CRUZ Agüero, G., J Franco L. y L.G. Abarca Arenas, 1985, Caracterización ictiofaunística de los estuarios del estado de Veracruz, México, *Memorias del VII Congreso Nacional de Zoología*, Saltillo, Coah. pp. 175-187.
- DE LA CRUZ Agüero, G. y J. Franco L., 1987, Relaciones tróficas de la ictiofauna de la laguna de Sontecomapan, Veracruz, Méx., *Memorias del VII Simposio Latinoamericano Oceanografía Biológica*, Acapulco, Gro., pp. 535-546.
- DELGADO-MEDINA, F., 1989, *Aportación al conocimiento de la ictiofauna del Río Atoyac en el estado de Veracruz*, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, Tuxpan, Ver., 48 pp.
- DÍAZ-RUIZ, S., A. Aguirre León, O. Pérez-Soliz, 2000, Distribución y abundancia de *Syngnathus louisianae* y *S. scovelli* (Syngnathidae) en la Laguna de Tamiahua, Golfo de México, *Ciencias Marinas* 26(1): 125-143.
- DÍAZ-RUIZ, S., M.A. Pérez Hernández y A. Aguirre León, 2003, Characterization of fish assemblages in a tropical coastal lagoon in the northwest Gulf of Mexico, *Ciencias Marinas* 29(4B): 631-644.
- DÍAZ-RUIZ, S., A. Aguirre-León, M. Juárez, P. Sandoval, J.J. Matsumoto y J.A. Hernández, 2008a, Evaluación ecológica de las comunidades de peces: Laguna La Mancha y Laguna el Ostión, Veracruz, Golfo de México, en *Informe Etapa 01, Proyecto de Investigación: Evaluación de los Recursos Naturales y la Productividad Pesquera de dos Lagunas Costeras ante el Impacto del Cambio Climático y el Ascenso del Nivel Medio del Mar: Laguna La Mancha y Laguna el Ostión, Veracruz Golfo de México*, FOMIX 37014.
- DÍAZ-RUIZ, S., A. Aguirre-León, M. Juárez, P. Sandoval, J.J. Matsumoto y J.A. Hernández, 2008b, Evaluación ecológica de las comunidades de peces: Laguna La Mancha y Laguna el Ostión, Veracruz Golfo de México, en *Informe Etapa 02, Proyecto de Investigación: Evaluación de los Recursos Naturales y la Productividad Pesquera de dos Lagunas Costeras ante el Impacto del Cambio Climático y el Ascenso del Nivel Medio del Mar: Laguna La Mancha y Laguna el Ostión, Veracruz Golfo De México*, FOMIX 3701.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO), 1995, *FAO yearbook: Fishery statistics—Catches and landings 1993*, tome 76, Rome, Italy, 687 pp.
- , 1997, FAO Marine Resources Service, Fishery Resource Division, Review of the state of world fishery resources: marine fisheries, *Fisheries Circular*, núm. 920, FAO, Roma.
- FERRER-YÉPEZ, R.A. y A.F. García-Araujo, 2002, *Características distintivas para la determinación de las especies de picudos comúnmente capturados con el palangre americano en el Golfo de México*, Trabajo práctico educativo, Universidad Veracruzana, Tuxpan, Ver., 14 pp.
- FRANCO, L.J. e I. Millán T., 1993, Aspectos biológicos y ecológicos de la trucha pinta *Cynoscion nebulosus* en la Laguna de Tamiahua, Ver., *Revista de Zoología* 5:1-13.
- FRANCO, L.J., P. Saldaña, F., J.M. Miranda, y G. Butrino, R., 1985, Estudio de los Peces de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, *VIII Congreso Nacional de Zoología*, Saltillo, Coah., 26 al 30 de agosto de 1985, Memoria 1:1-13.
- FRANCO, L.J., P. Peraza M., R. Chávez L. y C. Bedia S., 1992, Comunidades de Peces Asociadas a Praderas de

- Ruppia maritima* en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, *Revista de Zoología* 3: 15-21.
- FRANCO L.J., R. Chávez L., E. Peláez R. y C. Bedia S., 1996, Riqueza Ictiofaunística del Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, *Revista de Zoología* núm. especial 2: 17-32.
- FRANCO, L.J., I. Castro G.M., R. Chávez L., C. Bedia S., J.L. Silencio B. y E. Peláez R., 1997, Análisis ecológico de los peces demersales en la plataforma continental de Alvarado, Veracruz, México, *Revista de Oceanología* UECYT-M-SEP 1(13): 89-100.
- FROESE, R. y D. Pauly (eds.), 2004, *FishBase*. World Wide Web Electronic Publication. www.fishbase.org, versión (06/2004).
- FUENTES-MATA, P., H. Espinosa-Pérez y J. Luna-Wiarco, 1989, Nuevos registros de peces en la Laguna de Sontecomapan, Veracruz, México, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie de Ciencias del Mar y Limnología 60(2): 257-262.
- GALVÁN-QUEZADA, M., 1992, *Estudio comparativo de la distribución y abundancia del Ictioplancton de la zona nerítica veracruzana (de Punta Delgada a Punta Roca Partida) en dos estaciones anuales Verano-Otoño 1981*, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 88 pp.
- GONZÁLEZ-GÁNDARA, C., 2003a, Peces asociados a *Thalassia testudinum* en el arrecife Lobos, Veracruz, México. *Bio Tam Nueva Serie* 14(3):63-72
- GONZÁLEZ-GÁNDARA, C., 2003b, Ictiofauna de los arrecifes coralinos del norte de Veracruz. *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología 74(2): 163-177.
- GONZÁLEZ-GÁNDARA, C. y G. González-Sansón, 1997, Composición y abundancia de la ictiofauna del arrecife Tuxpan, Veracruz, México, *Rev. Inv. Mar.* 28(3): 249-259.
- GONZÁLEZ-GÁNDARA, C., S.C. Trinidad-Martínez y V.M. Chávez-Morales, 2006, Peces ligados a *Thalassia testudinum* en el arrecife Lobos, Veracruz, México: diversidad y abundancia, *Revista de Biología Tropical* 54(1): 189-194.
- GONZÁLEZ-NAVARRO, E.A., 1974, *Estudio monográfico de algunos peces del arrecife Isla Verde, Ver.*, tesis de licenciatura en Biología, UNAM, México, 76 pp.
- HERNÁNDEZ-GUTIÉRREZ, A., 1992, *Halichoeres bivittatus* (Pisces: Labridae) en la Laguna de Enmedio, Veracruz. *Aspectos reproductivos, estructura poblacional y conducta*, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 37 pp.
- HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, P.G., 1995, Estudio del comportamiento de *Epinephelus adscensionis* (cabrilla) del Arrecife Chopas Antón Lizardo, Veracruz, bajo un sistema de cautiverio, *Oceanología* 75-101.
- HUIDOBRO-CAMPOS, L. y J.J. Schmitter-Soto, 1993, Peces Tríglicos de México, en S.I. Salazar-Vallejo y N.E. González (eds.), *Biodiversidad marina y costera de México*, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y CIQRO, México. pp. 117-128.
- JUÁREZ, E.A., 1983, *Estudio poblacional comparativo de dos especies de la familia Chichlidae (Tilapia melano-pleura y Cichlasoma gadovii) en la Laguna de Farallón, Veracruz. México*, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 33 pp.
- KOBELKOWSKY D., A., 1985, Los peces de la laguna de Tampamachoco, Veracruz, México, *Biótica* 10: 145-156.
- LARA-DOMÍNGUEZ, A.L. F. Contreras Espinosa, O. Castañeda-López, E. Barba-Macías y M.A. Pérez-Hernández 2010. Lagunas costeras y estuarios, en *La Biodiversidad de Veracruz: Estudio del Estado* vol. 1, Conabio.
- LARA-DOMÍNGUEZ, A.L., E. Sáinz, R. Landgrave, A.B. González, R.A. Marín y J.W. Day, 2008a, Evaluación ambiental y de las comunidades de peces en la boca de conexión de la Laguna La Mancha y Laguna el Ostión, Veracruz Golfo de México, en: *Informe Etapa 01, Proyecto de Investigación: Evaluación de los Recursos Naturales y la Productividad Pesquera de dos Lagunas Costeras ante el Impacto del Cambio Climático y el Ascenso del Nivel Medio del Mar: Laguna La Mancha y Laguna el Ostión, Veracruz Golfo De México*, FOMIX 37014, 44 pp.

- LARA-DOMÍNGUEZ, A.L., E. Sáinz, R. Landgrave, A.B. González, R.A. Marín y J.W. Day, 2008b, Evaluación ambiental y de las comunidades de peces en la boca de conexión de la Laguna La Mancha y Laguna el Ostión, Veracruz Golfo de México, en *Informe Etapa 02, Proyecto de Investigación: Evaluación de los Recursos Naturales y la Productividad Pesquera de dos Lagunas Costeras ante el Impacto del Cambio Climático y el Ascenso del Nivel Medio del Mar: Laguna La Mancha y Laguna el Ostión, Veracruz Golfo De México*, FOMIX 37014, 56 pp.
- LARA-HUASTECA, R., 1995, *Análisis poblacional del Chumite Centropomus parallelus (Poey) y Centropomus undecimalis (Bloch) en el sistema Lagunar de Vega de Alatorre, Veracruz, México. (Pisces: Centropomidae)*, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 33 pp.
- LEÓN-ALEMÁN, C., 1990, *Distribución y abundancia del Ictioplancton en la zona nerítica bajo la influencia de los Ríos Coatzacoalcos y Tonalá, Veracruz. México*, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 93 pp.
- LÓPEZ-AGUILAR, E., 1982, *Variación estacional de las especies de la familia Gobiidae en el Sistema Lagunar (Laguna Grande- Laguna Chica) de Vega de Alatorre. Veracruz*, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 86 pp.
- LÓPEZ-HERNÁNDEZ, A., 1993, *Análisis de los hábitos alimenticios de Cynoscion nebulosus (Pisces: Teleostei) Cuvier y Valenciennes, 1836, en la Laguna de Tamiahua, Veracruz*, tesis de licenciatura, Universidad Veracruzana, Tuxpan, Ver., 43 pp.
- LÓPEZ-LÓPEZ, E., M. Salgado-Mejía y S.A. Guzmán del Proo, 1991, Un análisis estacional de la ictiofauna de la laguna de Tampamachoco, Ver., y sus hábitos alimentarios, *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, IPN, México 34: 81-107.
- LOZA-CASTILLO, R., 1990, *Prospección ecológica de Scomberomorus maculatus (Mitchill, 1815), en ejemplares capturados en los años de 1980, 1981 y 1982 en la zona costera de Villa Rica, Municipio de Actopan. Veracruz*, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 42 pp.
- LOZANO-VILANO, M.L., M.E. García-Ramírez y S. Contreras-Balderas, 1993, Peces costeros y marinos del estado de Veracruz, en S.I. Salazar-Vallejo y N.E. González (eds.), *Biodiversidad marina y costera de México*, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/ CIQRO, México, pp. 576-595.
- MARÍN-OSORNO, R., 1992, *Aspectos Biológicos de los Tiburones capturados en las costas de Tamaulipas y Veracruz, México*, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 40 pp.
- MÁRQUEZ-LOZANO, B., 1991, *Composición, abundancia y distribución del Ictioplancton en áreas perturbadas de la zona costera de Veracruz*, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 58 pp.
- MIRANDA, S.R y L. Solís, D., 2001, *Túidos capturados con palangre en el Golfo de México. Trabajo Práctico Educativo*, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana 11 pp.
- MONTERO-ZENIL, R.L., 1998, *Aportación de algunos datos pesqueros de Centropomus undecimalis (Bloch, 1972) y Centropomus parallelus (Poey, 1860) durante los años 1984-1994 en Tuxpan, Ver.*, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, Tuxpan, Ver., 21 pp.
- MONTIEL-BANDALA, H., 1998, *Contribución al conocimiento de los elasmobranquios de la Zona Costera de Tuxpan, Veracruz México*, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, Tuxpan, Ver., 111 pp.
- MONTOYA, M.J., D. Osorio, S., R. Chávez L. y J. Franco L., 2004a, Helminths of the fish *Dormitator maculatus* (Osteichthyes: Eleotridae) from Alvarado, Veracruz, México, *Revista de Biología Tropical* 52(2): 393-396.
- MONTOYA, M.J., R. Chávez, L. y J. Franco, L., 2004b, Helminths from *Dormitator maculatus* (Pisces: Eleotridae) in Alvarado Lagoon, Veracruz, Mexico, and supplemental data for *Clinostomum complanatum*

- Rudolphi, 1814 from *Egretta caerulea* (Aves: Ardeidae), *Gulf and Caribbean Research* 16: 115-127.
- MORALES-ALMORA, P., 1984, *Variación estacional de los componentes de la ictiofauna en la Laguna del Llano, Veracruz, México*, tesis de licenciatura, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 40 pp.
- MORÁN, S.A., J. Franco, L., R. Chávez, L., T. Altamirano, A. y A. De Sucre, M., 1996, Aspectos Generales del Comportamiento Hidrológico del Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, México, *Revista de Zoología*, núm. especial 2: 1-16.
- MORÁN S.A., L. Antonio M.F., R. Chávez L., J. Franco L., C. Bedia S., F. Contreras E., F. Gutiérrez M., N.J. Brown P. y M.S. Peterson, 2005, Seasonal and spatial patterns in salinity, nutrients and chlorophyll a in the Alvarado lagoonal system, Veracruz, Mexico, *Gulf and Caribbean Research* 17(1): 133-144.
- MURRIETA-MARTÍNEZ, M., 1980, *Análisis ecológico y poblacional de Diapterus rhombeus (Cuvier, 1829) (Pisces: Gerridae, figura 2), en la Laguna de San Agustín, Municipio de Alto Lucero, Veracruz, México*, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 18 pp.
- OBREGÓN-BARBOZA, H., S. Contreras-Balderas y M.L. Lozano-Vilano, 1994, The fishes of northern and central Veracruz, México, *Hydrobiología* 286: 79-95.
- OROZCO-ÁLVAREZ, I., 1986, *Diagnóstico poblacional de Mugil curema Valenciennes (1833, Lebrancha) en la Laguna de la Mancha, Municipio de Actopan, Veracruz*, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 26 pp.
- ORTIZ-MARTÍNEZ, J., 1987, *Aspectos poblacionales y pesqueros de Diapterus auratus (Ranzani, 1842) en la laguna de Tampamachoco, Tuxpan, Veracruz, México*, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, Tuxpan, Ver., 31 pp.
- PAZARÁN-GUERRA, A., 1997, *Algunos aspectos biológicos y pesqueros de las especies comerciales de tiburón que ocurren en la zona costera de Tuxpan, Veracruz, México; en el periodo de diciembre de 1995 a enero 1997*, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, Tuxpan, Ver., 70 pp.
- PELÁEZ R., E., J. Franco L., W. Matamoros A., R. Chavez L. y N.J. Brown P., 2005, Trophic relationships of demersal fishes in the shrimping zone off Alvarado lagoon, Veracruz, Mexico, *Gulf and Caribbean Research* 17:157-167.
- PÉREZ-HERNÁNDEZ, A., 1989, *Composición Zoogeografía y presión ambiental de la ictiofauna del Sistema arrecifal veracruzano*, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 86 pp.
- PÉREZ-HERNÁNDEZ, M.A. y R.E. Torres-Orozco B., 2000, Evaluación de la riqueza de especies de peces en las lagunas costeras mexicanas: estudio de un caso en el Golfo de México, *Revista de Biología Tropical* 48(2-3): 425-438.
- RAMÓN-BONIFACIO, A., 2003, *Descripción de las principales especies comerciales de la laguna de Tampamachoco, Veracruz*, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, Tuxpan, Ver., 16 pp.
- RESÉNDEZ-MEDINA, A., 1970, Estudio de los peces de la laguna de Tamiahua, Veracruz, México, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Ciencias del Mar y Limnología 41(1):70-146.
- , 1971, Peces colectados en el arrecife La Blanquilla, Veracruz, México, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Ciencias del Mar y Limnología 42 (1): 7-30.
- , 1983, Hidrología e ictiofauna de la laguna de Sontecomapan, Veracruz, México, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, México, Serie Zoología 53(1): 385-417.
- RESÉNDEZ-MEDINA, A. y A. Kobelkowsky D., 1991, Ictiofauna de los sistemas lagunares costeros del Golfo de México, México, *Universidad y Ciencia* 8(15): 91-110.
- RODRÍGUEZ-MAURIÑO M., 1993, *Análisis Biológico pesquero del "Topote" Dorosoma petenense (Gunter 1868): Pisces: Clupidae, en el Lago de Catemaco Veracruz*, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 62 pp.
- ROJAS-GARCÍA, J., 1994, *Contribución al conocimiento de la Biología y la Ecología de las especies de la Familia Gobiidae en la Laguna de la Mancha, Veracruz*,

- México (periodo otoño-invierno 1992-1993)*, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 80 pp.
- ROMAY-CASTILLO, E., 1992, *Determinación y caracterización del número cromosómico de Astyanax fasciatus (Cuvier) Cipriniformes: Characnidae, de la localidad de Plan del Río, Municipio de Emiliano Zapata. Veracruz, México*, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 41 pp.
- RUELAS-IZUNZA, R., 1988, *Análisis poblacional de Anchoa mitchilli (Cuvier y Valenciennes, 1956; Familia Engraulidae) en la Laguna de San Agustín, Veracruz*, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 35 pp.
- SÁNCHEZ-MEDINA, D., 1993, *Alimentación y hábitos alimenticios de Mugil cephalus Linnaeus, 1758 y Mugil curema Valenciennes, 1836 en la Laguna de Tamiahua*, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, Tuxpan Ver., 51 pp.
- SÁNCHEZ-RUEDA, M.P., 1986, *Contribución al conocimiento de la ictiofauna del sistema estuarino-lagunar Tuxpam-Tampamachoco, Veracruz, México (1983-1984)*, tesis profesional, Universidad Autónoma de Baja California Sur, Área de Ciencias del Mar, Departamento de Biología Marina, La Paz, BCS, México, 102 pp.
- SAUCEDA-RODRÍGUEZ, D.A., 1998, *Ictiofauna en los cuerpos de agua próximos a Costa de la Palma, Alvarado, Ver.: Distribución, diversidad e importancia económica, (febrero-diciembre, 1993)*, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, Tuxpan, Ver, 106 pp.
- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (Semarnat), 2001, Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestre terrestres y acuáticas en peligro de extinción, raras y sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección, *Diario Oficial de la Federación*, 448 (10): 2-60.
- SOLÍS-GAONA, M., 1986, *Determinación y caracterización del número cromosómico de Cichlasoma ellioti (Meek) del Río Actopan, Veracruz*, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 38 pp.
- TERÁN-BASILIO, E. y C.I. Macías-Juárez, 2005, *Variaciones temporales de las comunidades de peces asociadas a los pastos marinos del arrecife Lobos, Ver.*, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, Tuxpan, Ver., 63 pp.
- TRINIDAD-MARTÍNEZ, S. del C., 2004, *Ictiofauna asociada a la zona de pastos marinos en el arrecife Lobos, Veracruz*, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana. Tuxpan, Ver., 42 pp.
- VELA-GONZÁLEZ, 1991, *Composición, distribución y abundancia de las especies de la familia Carangidae del Litoral Marino entre Barra de Galindo y la Boca del Tuxpan en el Estado de Veracruz, México*, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 49 pp.
- VELÁSQUEZ-DOMÍNGUEZ, V., 1989, *Distribución y abundancia relativa de los componentes de la ictiofauna en el Río Actopan, Veracruz, México*, tesis de licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., 44 pp.

Anfibios



Salvador Guzmán-Guzmán
Jorge E. Morales-Mávil
Eduardo O. Pineda Arredondo

INTRODUCCIÓN

La palabra anfibio deriva del latín “*amphibius*” que significa criatura de doble vida, es decir, se refiere a organismos que algunas de sus etapas de desarrollo las llevan a cabo en la tierra y en el agua.

Este grupo comprende tres órdenes: ápodos o cecílicos, los cuales carecen de patas; los anuros que son las ranas y sapos, y los urodelos o anfibios con cola como las salamandras (Requez, 2000).

México es el quinto país con mayor número de especies de anfibios (Young *et al.*, 2004). Veracruz, por su parte, figura como la tercera entidad con mayor riqueza de especies de anfibios, sólo superado por Oaxaca y Chiapas (Flores-Villela y Canseco-Márquez, 2004). De hecho, en Veracruz se han encontrado más especies de anfibios (103) que las que se han registrado en todos los países europeos en conjunto (96 especies), según Global Amphibian Assessment (www.globalamphibians.org). A pesar de su gran riqueza, los anfibios son, quizá, el grupo de vertebrados menos conocido desde el punto de

vista biológico y ecológico debido, en parte, a sus peculiares hábitos y a que, comparativamente, existen menos estudiosos de este grupo a nivel nacional e internacional.

Por otro lado, en los últimos años los científicos y conservacionistas han alertado sobre los problemas de conservación que enfrentan los anfibios en diversas regiones del planeta. Estos problemas están relacionados principalmente con la pérdida de su hábitat, la incidencia de enfermedades infecciosas, el calentamiento global y la contaminación. En México, por ejemplo, se estima que poco más de la mitad de las especies registradas (372) están amenazadas o con problemas de conservación (Young *et al.*, 2004). Una porción importante de esas especies se distribuye exclusivamente en Veracruz.

Los anfibios poseen características biológicas y ecológicas que los hacen organismos notablemente sensibles a los cambios ambientales (tanto acuáticos como terrestres) y, por lo tanto, pueden ser considerados indicadores biológicos de la salud del ecosistema (Blaustein y Wake, 1990; Young *et al.*,

2004). Entre estas características están: 1) una piel muy permeable, lo cual le confiere una alta sensibilidad y capacidad para absorber contaminantes del entorno, acumulándolos en los tejidos; 2) dependencia directa de la temperatura externa para regular la temperatura corporal; 3) un ciclo de vida bifásico (agua-tierra) en gran parte de las especies; 4) una alta diversidad de hábitos reproductivos, y 5) una fuerte fidelidad al lugar de nacimiento.

Por otro lado, los anfibios constituyen un gran componente de la biomasa de vertebrados en sistemas forestales y acuáticos y son elementos clave en las redes tróficas ya que son depredadores de insectos y artrópodos y también presa de otros organismos como serpientes, peces, aves acuáticas, entre otros, lo que los hace importantes para la estabilidad de sus ecosistemas (Wake, 1991).

ZOOGEOGRAFÍA

Aunque hay dudas sobre el origen de los anfibios debido a la escasez de organismos fosilizados, el apoyo de nuevas herramientas como el análisis molecular permite aportar más luz a esta incógnita. Actualmente, se conoce que el origen de los Lissamphibia, al cual pertenecen los anfibios modernos (anuros, salamandras y cecílicos), se remonta a hace 330 millones de años, en el periodo Carbonífero. Ranoidea (ranas y sapos) se originaron cuando todavía los continentes estaban unidos formando la Gondwana en una porción de lo que hoy es África e India, en el periodo Cretácico (Ranoidea entre 95-135 millones de años; Bufonoidea entre 81-115 millones de años y Microhyloidea entre 81-113 millones de años); Salamandroidea (salamandras) se originaron en el norte de China a fines del periodo Jurásico (entre 119-160 millones de años), y los Gymnophiona (cecílicos) actuales se originaron en los bosques tropicales de la Pangea (sureste de Norteamérica, norte de Sudamérica y norte de África),

en el periodo triásico entre 224-274 millones de años (Zhang *et al.*, 2005).

El registro fósil en México es escaso, y al parecer en Veracruz no se conocen registros fósiles de este grupo de animales, sin embargo, en estados vecinos como Tamaulipas se ha registrado a *Leptodactylus labialis-fragilis*, *Rana pipiens-berlandieri* y *Rhinophrynus dorsalis* del Pleistoceno (Flores-Villela, 1993).

Las familias Sirenidae, Ambystomidae y Salamandridae tienen su límite sur de distribución en Veracruz (centro de la planicie costera y en el eje neovolcánico transversal, respectivamente; Savage, 1966; Campbell, 1999) con una especie cada familia (*Siren intermedia*, *Ambystoma velasci* y *Notophthalmus meridionalis*). En cambio, para las familias Centrolenidae y Caeciliidae, el estado representa su límite norte, con una especie cada familia (*Hyalinobatrachium fleischmanni* y *Dermophis mexicanus*, respectivamente). También la familia Rhinophrynidae (familia monotípica) está restringida a Mesoamérica y tiene sólo una especie en Veracruz (*Rhinophrynus dorsalis*).

La familia Plethodontidae tiene el mayor número de especies en la región neotropical, pero el mayor número de géneros en la región neártica (Duellman, 1999). En Veracruz, la mayoría de las especies de esta familia se distribuyen principalmente en el centro, en altitudes de 1 000 a 3 900 msnm, excepto para las especies del género *Bolitoglossa* que se distribuyen en el centro y sur del estado en altitudes de 0 a 1 900 msnm.

Los géneros *Chiropetrotriton*, *Parvimolge* y *Thorius*, están restringidos a las tierras altas del estado, en altitudes de 800 a 2 700 msnm. Las especies del género *Pseudoeurycea* tienen una distribución fragmentada a lo largo del estado. La mayor parte de las especies se distribuye en el centro del estado, y la región de Los Tuxtlas funciona como una isla para tres especies (*Pseudoeurycea lineola*, *P. orchimelas* y *P. werleri*). En la figura 1(a, b, c y d) se muestran algunas especies de anfibios que se distribuyen en el estado de Veracruz.



FIGURA 1a. *Pseudoeurycea lynchi*, especie endémica y considerada en peligro de extinción por la IUCN 2009 (Foto: Ahmed Bello Sánchez).



FIGURA 1c. *Charadrahyla taeniopus* es una rana endémica y listada en la NOM-059-SEMARNAT-2001 bajo la categoría de amenazada (Foto: Jorge E. Morales Mávil).



FIGURA 1b. *Pseudoeurycea leprosa*, salamandra endémica representativa del Eje Neovolcánico Transversal, incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2001 como especie amenazada (Foto: Ahmed Bello Sánchez).

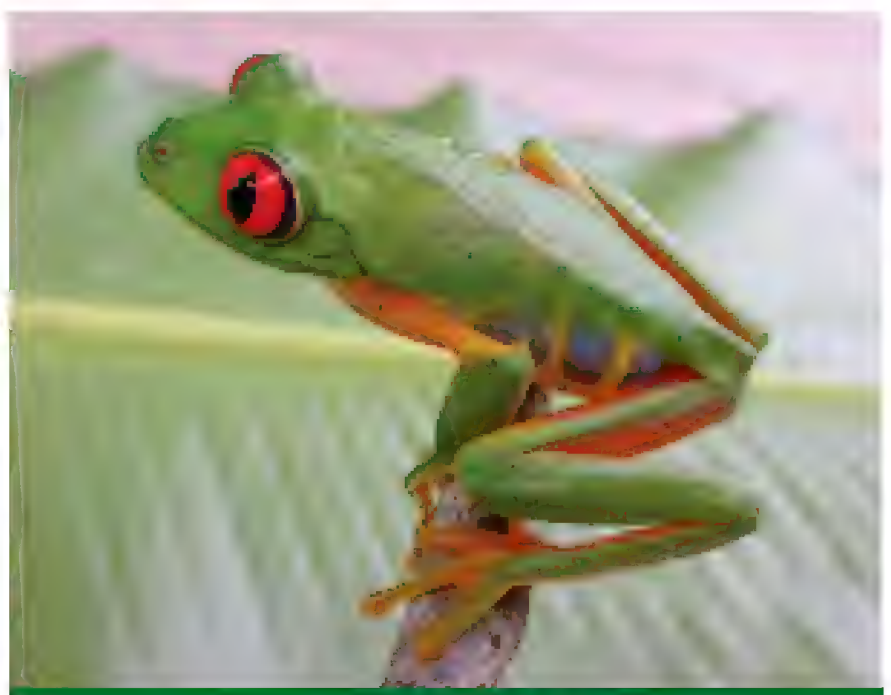


FIGURA 1d. *Agalychnis callidryas* es una de las ranas arbóreas más llamativas de las selvas en el estado (Foto: Eduardo Pineda).

Las familias Hylidae y Craugastoridae son de origen Neotropical, con el mayor número de especies en esta región (Savage, 1966; Duellman, 1999). Tienen más especies en la región templada húmeda que en cualquier otra región del estado.

ÁREAS PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN

De acuerdo con Arriaga y colaboradores (2000) en el estado se han identificado diez regiones terrestres prioritarias (RTP) para la conservación (cuadro 1).

CUADRO 1. Regiones terrestres prioritarias para la conservación en Veracruz.

REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS (RTP)	UBICACIÓN
Bosque Mesófilo de la Sierra Madre Oriental (102)	Porciones de los estados de Hidalgo, Puebla y Veracruz
Laguna de Tamiahua (103)	Veracruz
Cuetzalan (105)	Puebla y Veracruz
Zona del Pico de Orizaba-Cofre de Perote (122)	Puebla y Veracruz
Encinares Tropicales de la Planicie Costera Veracruzana (104)	Veracruz
Dunas Costeras del Centro de Veracruz (123)	Veracruz
Humedales del Papaloapan (124)	Veracruz
Sierra de Los Tuxtlas-Laguna del Ostión (131)	Veracruz
Selva Zoque-La Sepultura (132)	Chiapas, Oaxaca y Veracruz
Sierra del Norte de Oaxaca-Mixe (130)	Oaxaca, Puebla y Veracruz

En el caso particular de los anfibios, la región 122 Pico de Orizaba-Cofre de Perote es importante por ser centro de origen y diversificación natural de este grupo, además de reptiles y plantas vasculares. También las RTP 130 Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe y 132, Selva Zoque-La Sepultura, son regiones muy importantes desde el punto de vista de la diversificación de salamandras.

Desde la perspectiva de los corredores biológicos, la zona de contacto en la Sierra Madre Oriental, las zonas tropicales húmedas del este y las semiáridas del oeste, tienen valores altos para las regiones 102, 130 y 132 y medio para las regiones 123, 124 y 131.

Con relación a la presencia de endemismos, destacan con un valor alto las regiones 130, 122 y 132; con valores medio la 131 y 123, y con bajo la 124.

La región de Los Tuxtlas (RTP NO) está entre las principales áreas prioritarias para la conservación de anfibios en México y alberga 43 especies (Santos-Barrera *et al.*, 2004; Ramírez-Bautista y Nieto-Montes de Oca, 1997). Otras regiones relevantes a nivel nacional, son la del Cofre de Perote-Pico de Orizaba y los bosques mesófilos de la zona centro del estado.

La región centro de Veracruz está considerada como un sitio en donde pueden ocurrir extinciones de anfibios en el futuro, si las condiciones y amenazas continúan impactando las poblaciones, principalmente de salamandras, en la región montañosa del centro del estado (AZEО, 2006).

ANTECEDENTES

Aunque Veracruz era el paso obligado para entrar a la Nueva España, no fue sino hasta el siglo XIX que algunos naturalistas europeos realizaron colectas de animales como parte de expediciones científicas que emprendieron en esa época (Pelcatre y Flores-Villela, 1992).

Ya en el siglo XX, resaltan los trabajos de Smith y Taylor (1945, 1948 y 1950) sobre los anfibios y reptiles de México, así como de una veintena de investigadores de origen estadounidense que coleccionaron y describieron muchas especies de Veracruz (Pelcatre y Flores-Villela, 1992).

A partir de los años setenta del siglo pasado, académicos y estudiantes de instituciones mexicanas como la Universidad Veracruzana, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ecología, entre otras, desarrollan estudios con anfibios sobre temas diversos como etnozootología (Cabañas-Hernández, 1974), listados regionales (Ramírez-Bautista, 1977; Pérez-Higareda, 1978; Pérez-Higareda *et al.*, 1987; Hernández-Pacheco, 1989; González-Romero *et al.*, 1993; Morales-Mávila y Guzmán-Guzmán, 1994; Rojas-Márquez, 1995; Palma-Martínez *et al.*, 1996; Lambert-Izquierdo, 2000; Corona-López, 2006; Enríquez-Roa, 2006; Mestizo-Rivera, 2006; Morales-Mávila *et al.*, 2007), biología, sistemática y ecología (Espejel, 1996; Ramírez-Bautista y Nieto-Montes de Oca, 1997;

Vogt *et al.*, 1997; García-De la Peña, 2000; Ychante-Huerta, 2002; Pineda y Halffter, 2004; Urbina-Cardona y Reynoso, 2005). La mayoría realizados principalmente en la región de Los Tuxtlas y la región montañosa del centro del estado.

COMPOSICIÓN DE ESPECIES, GÉNEROS Y FAMILIAS

Actualmente se tienen registradas un total de 103 especies de anfibios para el estado de Veracruz (apéndice VIII.42), lo que representa el 1.6 % de las descritas a nivel mundial (6 363 especies, según www.amphibiaweb.org, consultado el 18-agosto-08) y el 27.4 % de las 372 especies registradas a nivel nacional (según Frost, 2008). Con respecto a las familias y géneros, en el estado se han registrado 16 de las 17 familias reportadas para el país y 35 de los 53 géneros (cuadro 2).

Con respecto a otros estados del país, Veracruz es sólo superado en riqueza de especies por los estados de Oaxaca y Chiapas. La confluencia en el estado de dos regiones zoogeográficas, la Neártica y la Neotropical, en el caso de los anfibios, explica la presencia de grupos tanto de origen templado, como las salamandras, y tropical, como las ranas arbóreas.

La fauna de anfibios de Veracruz parece ser más semejante a la del estado de Oaxaca. Es muy probable que esto se deba a la similitud que tienen algunos de los ecosistemas y climas de ambos estados.

No obstante, la presencia de las grandes montañas de Veracruz, como son el Pico de Orizaba y el Cofre de Perote, considerados como centros de endemismos, así como la gran cantidad de humedales que ocurren en toda la costa del Golfo, le dan la característica diferencial. Estos últimos ambientes le dan gran semejanza de especies de anfibios a Veracruz con Tabasco. Las similitudes de Veracruz con los otros estados aquí tratados son pocas, aunque al parecer se centran básicamente en las especies de los ecosistemas de selvas caducifolias y bosques mesófilos (Casas-Andreu *et al.*, 2004; Reynoso-Rosales *et al.*, 2005).

DISTRIBUCIÓN EN EL ESTADO

De acuerdo con Pérez-Higareda y Navarro (1980) el estado se ha dividido en tres regiones que coinciden con los distritos faunísticos para reptiles y mamíferos. La región norte, abarca desde el extremo norte del estado hasta el paralelo 20° 00', que corresponde al 34 % de la superficie del estado. El centro de Veracruz, abarca desde el límite meridional de la zona norte hasta el meridiano 95°30' (36 % de la superficie del estado). Finalmente el sur se extiende desde el extremo sur de la entidad hasta el meridiano 95°30', y corresponde al 30 % de la superficie del estado (Pelcastre y Flores-Villela, 1992).

La región con mayor número de especies de anfibios es el centro, con 77 especies (80.2 %),

CUADRO 2. Número de familias, géneros y especies de anfibios en México y Veracruz.

ORDEN	FAMILIAS		GÉNEROS		ESPECIES		ENDÉMICAS AL ESTADO
	País	Veracruz	País	Veracruz	País	Veracruz	
Anura	12	11	37	26	234	67	15
Caudata	4	4	15	8	136	35	22
Gymnophiona	1	1	1	1	2	1	0
Total	17	16	53	35	372	103	37

donde las salamandras son más y le siguen los anuros. Por otro lado, en la región sur se han registrado 46 especies (47.9 %) y en la norte 24 especies (25 %). Algunas especies son exclusivas de la porción norte, por ejemplo *Siren intermedia*, *Notophthalmus meridionalis*, *Chiropterotriton terrestris*, *Lithobates catesbeianus* e *Hyla arenicolor* (apéndice VIII.42).

ESPECIES ENDÉMICAS

La república mexicana es un centro de endemismos (Ochoa-Ochoa y Flores-Villela, 2006). En particular, en el estado de Veracruz se han identificado varias áreas de endemismo de anfibios, entre las que destaca la región Pico de Orizaba-Cofre de Perote (que corresponde a la Sierra Madre Oriental en su porción sur), la Sierra de Los Tuxtlas y el Cañón del Río Blanco, entre Córdoba y Orizaba (Flores-Villela, 1991; Adler, 1996).

Las regiones del estado con mayor número de especies endémicas es el centro con 11 especies de anuros y 17 de salamandras, el sur con seis anuros y cinco salamandras y el norte con tres especies (una salamandra y dos ranas) (apéndice VIII.42).

Varios autores (Campbell, 1999; Duellman, 1999), han informado sobre la presencia de 118 especies de anfibios en la Sierra Madre Oriental. Entre los 17 a 20 ° de latitud Norte, que corresponde a casi la totalidad de Veracruz, el área de diversidad y endemismo es mayor. Las áreas de más alta diversidad tienden a ser las de mayor endemismo (Campbell, 1999).

En Veracruz se han registrado 64 especies endémicas a México, 37 de las cuales son endémicas al estado. En este sentido resalta el grupo de los Plethodontidos con 22 especies endémicas a Veracruz. Las ranas de la familia Hylidae tienen 10 especies endémicas al estado (apéndice VIII.42).

Todos los géneros de salamandras endémicos tienen esencialmente su distribución en las tierras altas, por ejemplo, *Parvimolge* se distribuye sólo en

las tierras altas del centro y *Pseudoeurycea*, principalmente en las tierras altas del centro y sur del estado. *Chiropterotriton* y *Thorius* son exclusivos de las tierras altas de México y se distribuyen en Veracruz en la región central.

Por otro lado, se sabe que los bosques mesófilos y de coníferas de Mesoamérica (incluidos los de Veracruz) tienen el mayor grado de radiación adaptativa del continente en salamandras (Wake, 1987) y anuros (Campbell y Vannini, 1989; Duellman, 1970; Savage, 1987; Smith y Taylor, 1948).

ESTATUS DE CONSERVACIÓN

Según la NOM-059-SEMARNAT-2001 (Semarnat, 2002), en Veracruz hay siete especies de anfibios en la categoría de *Amenazada* (A) y 35 especies en la de *Protección especial* (Pr), lo que significa que el 43.75 % (42 especies), del total registradas en el estado, está en alguna categoría de riesgo.

Por otro lado, la categoría de Amenazada de la NOM-059-SEMARNAT-2001 (Semarnat, 2002) coincide parcialmente con la de Vulnerable y la de sujeta a Protección Especial con las categorías de menor riesgo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés) (Young *et al.*, 2004). En cambio, según la IUCN 81 especies (84.37 %) de anfibios de Veracruz están en alguna de las categorías de riesgo, de las cuales 31 especies están en la categoría de preocupación menor; en peligro crítico 12; en peligro 23; casi amenazadas ocho; vulnerable seis, y con datos insuficientes una especie (apéndice VIII.42).

AMENAZAS

Una gran proporción de las especies de anfibios de Veracruz se encuentra en riesgo como lo indica la IUCN y la NOM-059-SEMARNAT-2001. Las amenazas son muchas y de variada intensidad. A nivel global,

el incremento en la radiación ultravioleta, el calentamiento global y las enfermedades infecciosas, son amenazas importantes a las poblaciones de anfibios. Regionalmente constituyen riesgos importantes los contaminantes químicos, la introducción de depredadores y la destrucción y fragmentación del hábitat (Blaustein y Wake, 1990; Blaustein y Wake, 1995; Blaustein *et al.*, 1994; Green, 1997; Green, 2001; Corn, 2000; Pineda y Halffter, 2004).

Por otra parte, se conoce que la disminución de la capa de ozono permite el paso de mayor radiación ultravioleta a la atmósfera, y esta radiación tiene un efecto directo en la mortalidad de huevos fertilizados de ranas, sobre todo en poblaciones de zonas montañosas (Blaustein y Wake, 1995).

Un descubrimiento relativamente reciente es el de un hongo (Qitridiomiceto) que se ha encontrado en anuros enfermos y muertos en Australia y Centroamérica (Berger *et al.*, 1998). Este hongo ha sido encontrado en forma independiente por investigadores americanos y australianos, y parece haber afectado especies de ranas y sapos en lugares tan diversos como Australia, Panamá, EEUU (Berger *et al.*, 1998) y Europa (Bosch *et al.* 2001). Adicionalmente, una epidemia causada por un virus denominado ranavirus ha tenido efectos devastadores en las poblaciones de ranas en el Reino Unido. Se cree que este virus fue introducido a ese país a través de la importación de peces ornamentales cultivados en los EEUU, que sirvieron como portadores del virus y que comparten pozas y estanques con las ranas británicas (Brown, 2002). En México, en varios estados del país se ha detectado la presencia del hongo quitridio (*Batrachochytridium dendrobatidis*), un hongo patógeno involucrado en el decline de otras poblaciones de anfibios. Hasta el momento, en Veracruz no se ha encontrado evidencia de este hongo (Lips *et al.*, 2004).

En Veracruz, la tasa de deforestación y de pérdida de hábitat es muy alta. Entre el año 1984 y el 2000 se registró una reducción del 36 % de la superficie de bosques, y más del 40 % de su territo-

rio padece erosión grave (Plan Veracruzano de Desarrollo, 2005-2010). Los datos del decline de las poblaciones de algunas especies de anfibios (*Anotheca spinosa*, *Pseudoeurycea lineola*) en Veracruz, podrían ser atribuibles a la deforestación (Lips *et al.*, 2004). La transformación y fragmentación del hábitat también tiene un efecto sobre las comunidades de anfibios, por ejemplo, la transformación del bosque mesófilo en agroecosistemas en la región central del estado puede reducir hasta en un 38 % la riqueza de especies de ranas y sapos (Pineda y Halffter, 2004). Una de las causas de la fragmentación del hábitat es la creación de carreteras, las cuales se ha visto que también pueden causar una importante mortandad de anuros, sobre todo en el periodo de reproducción (Morales-Mávila *et al.*, 1997).

La introducción de especies no nativas puede aumentar la competencia por recursos y depredación de los anfibios (Blaustein y Wake, 1995; Corn, 1994). Las truchas (*Oncorhynchus mykiss*) introducidas de manera accidental o intencional en algunos ríos de la zona montañosa del estado pueden disminuir las poblaciones de algunas especies de ranas y otros anfibios, ya que se alimentan de adultos y renacuajos. La rana toro (*Lithobates catesbeianus*), especie nativa del este de EEUU y noreste de México y exótica para otras áreas fuera de su rango de distribución (Álvarez-Romero *et al.* 2005), es muy abundante en la porción norte del estado y, aparentemente, ha desplazado a otros anuros de sitios como el área natural protegida La Presa Chicayán, uno de los cuerpos de agua más extensos e importantes de la zona norte (Morales-Mávila *et al.*, 2007).

Otras amenazas directas a las poblaciones de anfibios nativos del estado son la contaminación ambiental, el uso de pesticidas en la agricultura, los derrames de hidrocarburos en las regiones petroleras del estado, la lluvia ácida producida por las industrias contaminantes del centro y sur de la entidad, además de los disturbios causados por los propios científicos al usar sistemas de marcado y de colecta

que puedan afectar la supervivencia de animales censados.

Por otro lado, no se conoce con detalle el tamaño y características de muchas poblaciones de anfibios en el estado, especialmente de salamandras cuya distribución es muy restringida, las cuales podrían ser severamente afectadas por las causas mencionadas anteriormente. Así, el número de especies amenazadas podría incrementarse en un futuro cercano, en la medida en que se cuente con más información de la biología y ecología de los anfibios de Veracruz.

PRIORIDADES DE INVESTIGACIÓN Y ACCIONES PARA SU CONSERVACIÓN

La pérdida no sólo de poblaciones sino potencialmente de especies de anfibios requiere de atención urgente y acciones pertinentes. La implantación y mantenimiento de programas de monitoreo y censos frecuentes de las poblaciones es fundamental como un paso inicial hacia la conservación de este grupo biológico (Angulo, 2002). Actualmente se está realizando un esfuerzo global por compilar una base de datos que ayude a determinar las distribuciones de las poblaciones en disminución y sus posibles elementos causales, lo cual es un gran avance. Sin embargo, se carece de información sobre la historia natural de la mayoría de las especies de anfibios de México (Young *et al.*, 2001) y en particular de Veracruz, por lo que es necesario realizar estudios de su biología y ecología que aporten datos para elaborar planes de conservación a una escala regional.

Es importante determinar las identidades biológicas, es decir, conocer con precisión la especie bajo estudio o que se está intentando proteger, especialmente si se trata de animales con distribuciones o hábitat muy restringido. Esto involucra no solamente el registro de especímenes, sino también colecta de otros tipos de datos que evidencien la naturaleza de los animales, ya sea tejidos para análisis

moléculares posteriores, observaciones sobre comportamiento, en particular aquel relacionado con reproducción; grabación de cantos (en el caso de anuros), lugar y forma de reproducción, uso y reparto del recurso espacial, con especial atención en el hábitat en donde se encuentre la población (Angulo, 2002).

La conservación *in situ* es importante para proteger el hábitat y los procesos ecológicos y evolutivos que desarrollan las diferentes especies, pero los programas de reproducción en cautiverio de especies sujetas a una inminente extinción también son necesarios (Young *et al.*, 2001; Santos-Barrera y García, 2006). Sin embargo, para lograr buenas medidas de conservación se requieren recursos económicos y personal capacitado para la implementación efectiva de proyectos de investigación y conservación de estos animales.

Es necesario y urgente que las áreas naturales protegidas (ANPs) nacionales o estatales funcionen realmente y no queden como áreas sólo decretadas en papel. Los programas de manejo de las mismas deben implementarse contando con recursos económicos y humanos suficientes, de manera que se garantice la conservación a mediano y largo plazo de las poblaciones tanto de plantas como de animales (incluidos los anfibios).

LITERATURA CITADA

- ADLER, K., 1996, *The salamanders of Guerrero, Mexico, with descriptions of five new species of Pseudoeurycea (Caudata: Plethodontidae)*, Occasional Papers of the Museum of Natural History, vol. 177, University of Kansas, pp. 1-28.
- ÁLVAREZ-ROMERO, J., R.A. Medellín, H. Gómez de Silva y A. Oliveras de Ita, 2005, *Rana catesbeiana. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales*, Instituto de Ecología/UNAM/Bases de datos SNIB- Conabio, Proyecto U020, México.

- ANGULO, A., 2002, Anfibios y paradojas: perspectivas sobre la diversidad y las poblaciones de anfibios, *Ecología Aplicada* (1):87-91
- ALLIANCE FOR ZERO EXTINCTION (AZE), 2006, Pinpointing and conserving epicenters of imminent extinctions, 30 abril 2006, (<http://www.zeroextinction.org>).
- ALTAMIRANO, A.T., M. Soriano-Sarabia, A.E. De Sucre y P. Ramírez-Bastida, 1996, Riqueza específica de la herpetofauna de Alvarado, Veracruz. *Revista de Zoología*, Número Especial 2:69-81
- ARRIAGA, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coords), 2000, *Regiones terrestres prioritarias de México*, Conabio, México, 609 pp.
- BLAUSTEIN, A.R. y D.B. Wake, 1990, Declining amphibian populations: A global phenomenon, *Trends in Ecology and Evolution* 5:203-204.
- BLAUSTEIN, A.R. y D.B. Wake, 1995, The puzzle of declining amphibian populations, *Scientific American* 272: 56-61
- BLAUSTEIN, A.R., D.B. Wake y W.P. Sousa, 1994, Amphibians declines: Judging stability, persistent, and susceptibility of populations to local and global extinctions, *Conservation Biology* 8: 60-71
- BERGER, L., R. Speare, P. Daszak, D.E. Green, A.A. Cunningham, C.L. Goggin, R. Slocombe, M.A. Ragan, A.D. Hyatt, K.R. McDonald, H.B. Bines, K.R. Lips, G. Marantelli y H. Parkes, 1998, Chytridiomycosis causes amphibian mortality associated with population declines in the rainforests of Australia and Central America, *Proceedings of the National Academy of Sciences EUA*, 95: 9031-9036.
- BOSCH, J., I. Martínez-Solano, M. García-París, 2001, Evidence of a chytrid fungus infection involved in the decline of the common midwife toad (*Alytes obstetricans*) in protected areas of central Spain, *Biological Conservation* 97: 331-337.
- BROWN, P., 2002, Disease killing frogs is linked to goldfish from the US, Guardian Unlimited. 29 enero de 2002, (<http://www.guardian.co.uk/Archive/Article/0,4273,4344901,00.html>).
- CABAÑAS-HERNÁNDEZ, D., 1974, *Etnozoología mexicana, biología y aprovechamiento de los "calates" Hyla miotympanum Cope, e Hyla taeniopus Günther, en el municipio de Atzalan, Veracruz*, tesis de licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, 46 pp.
- CAMPBELL, J.A. y J.P. Vannini, 1989, Distribution of amphibians and reptiles in Guatemala and Belize, *Proc. West. Found. Vert. Zool* 4: 1-21
- CAMPBELL, J.A., 1999, Distribution patterns of amphibians in Middle America, en: W.E. Duellman (ed.), *Patterns of distribution of amphibians: a global perspective*, The Johns Hopkins University Press, Baltimore, pp. 111-210.
- CANSECO-MÁRQUEZ, L. y E.N. Smith, 2004, A Diminutive Species of *Eleutherodactylus* (Anura: Leptodactylidae), of the alfredi Group, From the Sierra Negra of Puebla, Mexico, *Herpetológica* 60: 358-363.
- CANSECO-MÁRQUEZ, L. y G. Gutiérrez-Mayén, 2005, New species of *Pseudoeurycea* (Caudata: Plethodontidae) from the mountains of the Mixteca region of Oaxaca, Mexico, *Journal of Herpetology* 39:181-185.
- CASAS-ANDREU, G., F.R. Méndez-de la Cruz y X. Aguilar-Miguel, 2004, Anfibios y Reptiles, en A.J. García-Mendoza, M.J. Ordóñez y M. Briones-Salas (eds.), *Biodiversidad de Oaxaca*, Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México, pp.375-390
- CASTRO-FRANCO, R., G.G. Vergara, G., M.G. Bustos Z. y W. Mena A., 2006, Diversidad y distribución de anfibios del estado de Morelos, México, *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 22: 103-117
- CORN, P.S., 1994, What we know and don't know about amphibian declines in the west, en Covington, W.W. y L.F. DeBano (eds.), *Sustainable Ecological Systems: Implementing an Ecological Approach to Land Management*, Ft. Collins, Colorado: USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, Gen. Tech. Rept. RM-247, pp. 59-67.

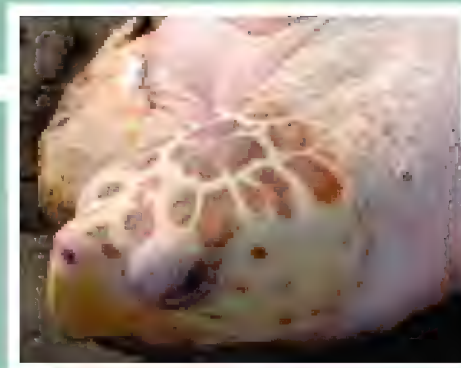
- CORN, P.S. (en prensa), Amphibian declines: Review of some current hypotheses, en *Ecotoxicology and Risk Assessment for Amphibians and Reptiles*, SETAC Press.
- CORONA-LÓPEZ, C.R., 2006, *Herpetofauna del Área Natural Protegida El Tejar-Garnica, Xalapa, Veracruz, México*, tesis de licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, 53 pp.
- DUELLMAN, W.E., 1970, *Hylids frogs of Middle America*, Museum of Natural History, University of Kansas, Lawrence, vol. I y II, 1170 pp.
- , 1999, Global distribution of amphibians: patterns, conservation, and future challenges, en W.E. Duellman, (ed.), *Patterns of distribution of amphibians: a global perspective*, Jonh Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, pp. 1-30
- ENRÍQUEZ-ROA, J., 2006, *Diversidad y distribución de anfibios y reptiles en el Parque Francisco Javier Clavijero, Xalapa, Veracruz, México*, tesis de licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, 51 pp.
- ESPEJEL, V., 1996, *Aspectos biológicos y ecológicos de cuatro especies de ranas (Hylidae) en la localidad de Montepío, Ver.*, tesis de licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Córdoba, Veracruz, 44 pp.
- FAIVOVICH, J.J., C.F.B. Haddad, P.C.A. García, D.F. Frost, J.A. Campbell, P.B. y W.C. Wheeler, 2005, Systematic review of the frog family Hylidae, with special reference to Hylineae: phylogenetic analysis and taxonomic revision, *Bulletin of American Museum of Natural History* 294: 1-240.
- FLORES-VILLELA, O.A., 1991, *Análisis de la distribución de la herpetofauna de México*, tesis doctoral, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 242 pp.
- , 1993, Herpetofauna of Mexico: Distribution and Endemism, en T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y Fa (eds.), *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*, Oxford University Press, Nueva York, cap. 7, pp. 253-280.
- FLORES-VILLELA, O.A. y L. Canseco-Márquez, 2004, Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México, *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 20: 115-144
- FROST, Darrel R., 2008, Amphibian Species of the World: an Online Reference, Version 5.2 (15 julio, 2008). Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.php>. American Museum of Natural History, Nueva York, USA.
- FROST, D.R., T. Grant, J.J. Faivovich, R.H. Bain, A. Haas, C.F.B. Haddad, R.O. De Sa, A. Channing, M. Wilkinson, A.C. Donnellan, C.J. Raxworthy, J.A. Campbell, B.L. Blotto, P. Moler, R.C. Drewes, R.A. Nussbaum, J.D. Lynch, D.M. Green y W.C. Wheeler, 2006, The amphibian tree of life, *Bulletin of American Museum of Natural History* 297: 1-370
- GARCÍA-DE LA PEÑA, G.L., 2000, *Estructura de la población y distribución espacial de larvas de Ambystoma velasci Dugés (1891), en el arroyo Tenepanoya, en el municipio de las Vigas de Ramírez; Ver.*, tesis de licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, 48 pp.
- GONZÁLEZ-ROMERO, A., C.A. López-González y A. Ramírez-Bautista, 1993, Estudio preliminar de la herpetofauna del municipio de Xalapa, en I. López-Moreno (ed.), *Ecología Urbana Aplicada a la Ciudad de Xalapa*, Instituto de Ecología, MAB-UNESCO, H. Ayuntamiento de Xalapa, Veracruz, pp. 165-185.
- GLOBAL AMPHIBIAN ASSESSMENT. 2006. 27-octubre-06 (<http://www.globalamphibians.org>).
- GREEN, D.M., 1997, Perspectives on amphibian population decline: Defining the problem and searching for answers, en Green D.M. (ed.), *Amphibians in decline: Canadian studies of a global problem*, Society for the study of Amphibians and Reptiles, St. Louis, pp. 291-308.
- GREEN, D.M., R.L. Carroll y V.H. Reynoso, 2001, Patrones de extinción en anfibios: pasado y presente, en H.M. Hernández, A.N. García Aldrete, F. Alvarez y M. Ulloa (comps.), *Enfoque contemporáneo para el estudio de la biodiversidad*, Instituto de Biología, UNAM, México, pp. 169-200.

- HERNÁNDEZ-PACHECO, H.R., 1989, *Contribución al conocimiento de la composición de anfibios y reptiles que habitan en el Acuyal, un área en las elevaciones de la región de Los Tuxtlas, Veracruz*, tesis de licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, 86 pp.
- HUACUZ-ELIAS, D.C., 2005, Anfibios y Reptiles, en G.L.E. Villaseñor, (ed.), *La Biodiversidad en Michoacán: estudio de estado*, Conabio/Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente/Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México, cap. 4,18: 99-100.
- LAMBERT-IZQUIERDO, N.L., 2000, *Anfibios y reptiles de la Reserva Ecológica Pancho Poza, Municipio de Altotonga, Veracruz, México*, tesis de licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, 55 pp.
- LEE, J.C., 2000, *A field guide to the amphibians and reptiles of the Maya World. The lowland of Mexico, northern Guatemala and Belize*, Cornell University Press, 402 pp.
- LIPS, K.R., J.R. Mendelson III, A. Muñoz-Alonso, L. Canseco-Márquez y D.G. Mulcahy, 2004, Amphibian population declines in montane southern Mexico: resurveys of historical localities, *Biological Conservation* 119:555-564
- MEIK, J.M., Canseco-Márquez, L., Smith, E.N. y Campbell, J.A., 2005, A new species of *Hyla* (Anura: Hylidae) from Cerro Las Flores, Oaxaca, Mexico, *Zootaxa* 1046:17-27.
- MENDELSON III, J.R., Williams, B.L., Sheil, C.A. y Mulcahy, D.G., 2005, Systematics of the *Bufo coccifer* complex (Anura: Bufonidae) of Mesoamerica, *Scientific Papers, Natural History Museum, University of Kansas*, 38:1-27
- MESTIZO-RIVERA, L.R., 2006, *La herpetofauna del pantano de Santa Alejandrina, Minatitlán, Veracruz, México*, tesis de licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, 86 pp.
- MORALES-MÁVIL, J.E. y S. Guzmán-Guzmán, 1994, Fauna silvestre de la zona de La Mancha, Veracruz, México, *La Ciencia y el Hombre*, 16:77-103.
- MORALES-MÁVIL, J.E., J.T., Villa-Cañedo, S.H., Aguilar y L. Barragán, 1997, Mortalidad de vertebrados silvestres en una carretera asfaltada de la región de Los Tuxtlas, Veracruz, México, *La Ciencia y El Hombre*, 27: 7-23.
- MORALES-MÁVIL, J.E., Suárez-Domínguez, E.A., Mestizo-Rivera, L.R., Villa-Cañedo, J.T., Enríquez-Roa, J., Corona-López C., Bello-Gutiérrez, J. y A., González-Christen, 2007, *Riqueza, diversidad y distribución de anfibios, reptiles y mamíferos en las áreas naturales protegidas del estado de Veracruz*, Informe Técnico, Universidad Veracruzana/CONACYT, Xalapa, Veracruz, México, 78 pp.
- OCHOA-OCHOA, L.M. y O.A. Flores-Villela, 2006, *Áreas de diversidad y endemismo de la herpetofauna mexicana*, UNAM/Conabio, México, 211 pp.
- PARRA-OLEA, G., L. Canseco-Márquez y M. García-París, 2004a, A morphologically distinct new species of *Pseudoeurycea* (Caudata: Plethodontidae) from the Sierra Madre Oriental of Puebla, México, *Herpetológica* 60:478-484
- PARRA-OLEA, G., M. García-París, J. Hanken, y D.B. Wake, 2004b, A new species of arboreal salamander (Caudata: Plethodontidae: *Pseudoeurycea*) from the mountains of Oaxaca, Mexico, *Journal of Natural History* 38:1-13.
- PARRA-OLEA, G., M. García-París, J. Hanken y D.B. Wake, 2005a, Two New Species of *Pseudoeurycea* (Caudata: Plethodontidae) from the Mountains of Northern Oaxaca, Mexico, *Copeia* 2005:461-469.
- PARRA-OLEA, G., M. García-París, T.J. Papenfuss y D.B. Wake, 2005b, Systematics of the *Pseudoeurycea bellii* (Caudata: Plethodontidae) species complex, *Herpetológica* 61:145-158.
- PALMA-MARTÍNEZ, M., M.I. Barradas-Montero y A. García-Jácome, 1996, *Contribución a algunos aspectos ecológicos de la herpetofauna del municipio de Ixtaczoquitlán, Veracruz*, tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana, Córdoba, Veracruz, 44 pp.
- PELCASTRE, V.L. y O.A. Flores-Villela, 1992, Lista de especies y localidades de recolecta de la herpetofauna

- de Veracruz, México, Publicación Especial, Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, UNAM, 4:25-96
- PÉREZ-HIGAREDA, G., 1978, Reptiles and amphibians from the Estación de Biología Tropical "Los Tuxtlas" (UNAM), Veracruz, México, *Bull. Maryland Herpetol. Soc.* 14: 67-74.
- PÉREZ-HIGAREDA, G. y D.L. Navarro, 1980, The faunistic districts of the low plans of Veracruz, Mexico, based on reptiles and mammalian data, *Bull. Maryland Herpetol. Soc.* 16: 54-69
- PÉREZ-HIGAREDA, G., R.C. Vogt y O.A. Flores-Villela, 1987, *Lista anotada de los anfibios y reptiles de la región de Los Tuxtlas, Veracruz*, Instituto de Biología, UNAM, México, 23 pp.
- PÉREZ-RAMOS, E., L. Saldaña-De la Riva y Z. Uribe-Peña, 2000, A checklist of the reptiles and amphibians of Guerrero, México, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología 71:21-40
- PINEDA, E., 2004, Efectos de la fragmentación del bosque de niebla sobre la diversidad de especies: análisis mediante tres grupos indicadores, tesis doctoral, Instituto de Ecología, Xalapa, Veracruz, 67 pp.
- PINEDA, E. y Halffter G., 2004, Species diversity and habitat fragmentation: frogs in a tropical montane landscape in Mexico, *Biological Conservation* 117:499-508.
- PLAN VERACRUZANO DE DESARROLLO 2005-2010, Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, 163 pp.
- RAMÍREZ-BAUTISTA, A., 1977, Algunos anfibios y reptiles de la región de Los Tuxtlas, Veracruz, tesis de licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, 170 pp.
- RAMÍREZ-BAUTISTA, A. y A. Nieto-Montes de Oca, 1997, Ecogeografía de anfibios y reptiles, en S.E. González, R. Dirzo y R.C. Vogt (eds.), *Historia Natural de Los Tuxtlas*, UNAM, México, pp. 524-532
- REQUES, R.R., 2000, *Los anfibios. Recursos Naturales de Córdoba*, Diputación de Córdoba, España.
- REYNOSO-ROSALES, V.H., F. Mendoza-Quijano, C.S. Valdespino-Torres y X. Sánchez Hernández, 2005, Anfibios y Reptiles, en J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (eds.), *Biodiversidad del Estado de Tabasco*, Instituto de Biología, UNAM/Conabio, México, Cap. 11, pp. 241-260.
- ROJAS-MÁRQUEZ, S.R., 1995, *Herpetofauna del Cerro Matlaquiáhuatl, Municipio de Córdoba, Veracruz, México*, tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana, Córdoba, Veracruz, 75 pp.
- SANTOS-BARRERA, G., J. Pacheco y G. Ceballos, 2004, Áreas prioritarias para la conservación de los anfibios y reptiles de México, *Biodiversitas* 57:1-6.
- SANTOS-BARRERA, G. y A. García A., 2006, Evaluación mundial de anfibios y reptiles y su conservación en México, *Biodiversitas* 65:12-15
- SAVAGE, J.M., 1966, The origins and history of the Central America herpetofauna, *Copeia* 4:719-766
- , 1987, Systematics and distribution of the Mexican and Central American Rainfrogs of the *Eleutherodactylus gollmeri* group (Amphibia: Leptodactylidae), *Fieldiana* 33: 1-57
- SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, (Semarnat), 2002, Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestre- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*, México.
- SMITH, H.M. y E.H. Taylor, 1945, An annotated checklist and key to the snakes of Mexico, *Bulletin of the United State National Museum* 187: 1-239
- , 1948, An annotated checklist and key to the amphibians of Mexico, *Bulletin of the United State National Museum* 194: 1-118.
- , 1950, An annotated checklist and key to the reptiles of Mexico exclusive of the snakes, *Bulletin of the United State National Museum* 199:1-253
- URBINA-CARDONA, J.N. y V.H. Reynoso, 2005, Recambio de anfibios y reptiles en el gradiente potrero-borde-interior en Los Tuxtlas, Veracruz, México, en G. Halffter, J. Soberón, P. Koleff y A. Meliá (eds.), *Sobre Diversidad Biológica: el Significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma*, M3m-Mono-

- grafías 3er cer Milenio, vol. 4: 191-207. SEA/Conabio/Grupo BIODIVERSITAS/Conacyt, Zaragoza.
- VOGT, R.C., J.L.V. Benítez y G. Pérez-Higareda, 1997, Lista anotada de anfibios y reptiles, en E. González Soriano, R. Dirzo y R.C. Vogt (eds.), *Historia Natural de Los Tuxtlas*, UNAM, México, pp. 507-522.
- YOUNG, B.E., K.R. Lips, J.K. Reaser, R. Ibáñez, A.W. Salas, J.R. Cedeño, L.A. Coloma, S. Ron, E. La Marca, J.R. Meyer, A. Muñoz, F. Bolaños, G. Chaves y D. Romo, 2001, Population decline and priorities for amphibian conservation in Latin America, *Biological Conservation* 15: 1213-1223.
- YOUNG, B.E., S.N. Stuart, J.S. Chanson, N.A. Cox y T.M. Boucher, 2004, *Joyas que están desapareciendo: el estado de los anfibios en el Nuevo Mundo*, NatureServe, Arlington, Virginia, 53 pp.
- WAKE, D.B, 1987, Adaptive radiation of salamanders in Middle American cloud forest, *Ann. Missouri Bot. Gard.* 74:242-264
- , 1991, Declining amphibian populations, *Science* 253:860
- WEBB, R.G., 2004, Observations on tiger salamanders (*Ambystoma tigrinum* complex, Family Ambystomidae) in Mexico with description of a new species, *Bulletin of the Maryland Herpetological Society* 40:122-143.
- YCHANTE-HUERTA, H., 2002, *Estructura poblacional de la comunidad de ranas (Anura: Hylidae, Raniidae) del bosque mesófilo de montaña de "Los Alamos", mpio. de Banderilla, Veracruz*, tesis de licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, 35 pp.
- ZHANG, P., H. Zhou, Y.Q. Chen, Y.F. Liu y L.H. Qu, 2005, Mitogenomic Perspectives on the Origin and Phylogeny of Living Amphibians, *Syst. Biol.* 54: 391-400.

Reptiles: diversidad y conservación



Jorge E. Morales-Mávil
Salvador Guzmán-Guzmán
Luis Canseco-Márquez
Gonzalo Pérez-Higareda †
Alberto González-Romero
Richard C. Vogt

INTRODUCCIÓN

México ha sido considerado como el país con mayor diversidad de reptiles en el mundo, compitiendo en este aspecto con Malasia, Brasil, Colombia y Australia (McNeely, 1990). Los reptiles son vertebrados ectodérmicos, es decir, que requieren de fuentes externas de calor para controlar su temperatura corporal y tienen el cuerpo cubierto de escamas dérmicas; aquí se incluyen saurios (geckos, lagartijas, teteretes e iguanas), serpientes, tortugas y cocodrilos. La riqueza de reptiles en México, también se destaca por el alto porcentaje de endemismos que posee. Veracruz se considera uno de los estados más importantes para el sostenimiento de la diversidad de reptiles en el país. Esto se debe, principalmente, a la gran variedad de climas y suelos que posee y al hecho de estar representados casi todos los tipos de vegetación que existen en México. Además, comparte con el estado de Puebla la montaña más alta que ocurre en el país, el Pico de Orizaba, por lo cual la diversidad de ecosistemas y por

ende de reptiles, se distribuyen desde el nivel del mar hasta cerca de los 4 000 msnm.

Debido a su alta riqueza en la herpetofauna (término que agrupa a los anfibios y los reptiles), Veracruz ha sido un estado muy estudiado en lo referente a este grupo de vertebrados. Los primeros colectores de reptiles llegaron al estado en el siglo XIX, siendo principalmente naturalistas europeos. De acuerdo con Pelcastre-Villafuerte y Flores Villela (1992) las primeras recolectas fueron depositadas en las colecciones de museos de Suiza, Alemania y Francia, siendo los sitios mejor representados, las zonas costeras y montañas del centro-sur del estado. A partir de entonces, innumerables colectas y estudios taxonómicos y ecológicos han sido realizados en diferentes partes del estado. La región de Los Tuxtlas fue y ha sido uno de los sitios más inspeccionados. Asimismo, la zona montañosa central ha sido de gran interés para los especialistas. Sin embargo, son pocos los trabajos que han hecho una recopilación y síntesis de la diversidad de reptiles para el estado de Veracruz o sus regiones, entre estos

se pueden citar a Pelcastre y Flores-Villela (1992) quienes registran 214 especies y subespecies de reptiles para Veracruz y Pérez-Higareda y Smith (1991) que hacen un compendio de la ofidiofauna de Veracruz, donde mencionan la existencia de 130 especies y subespecies de serpientes para el estado; también se resalta el trabajo de Pérez-Higareda y Navarro (1980) quienes, con base en reptiles y mamíferos, realizaron una diferenciación zoogeográfica, destacando tres regiones para el estado. La porción norte que se extiende desde la orilla sur del río Tamesí, hasta el río Nautla; la porción central, que se encuentra entre los ríos Nautla y Papaloapan, y la porción sureste-sur que, para este trabajo, se localiza entre las cuencas de los ríos Papaloapan y Tonalá. En esta última región resaltan el Distrito Catemacan, donde se localiza la región montañosa de Los Tuxtlas, que la destacan por constituir una zona de endemismos.

A nivel regional, Los Tuxtlas, ha sido una de las regiones más estudiadas. Ramírez-Bautista y Nieto-Montes de Oca (1997), Pérez-Higareda *et al.* (2007) distinguen esta región como, quizá, la más biodiversa de Veracruz. En el estado, los estudios sobre la riqueza y diversidad de reptiles han sido muy heterogéneos en las diferentes regiones y se destacan varias tesis de grado que se han realizado en espacios protegidos, cerros y cañadas, principalmente. La zona norte ha sido la menos estudiada, y se subrayan a Pérez-Higareda (1980b) y Canseco-Márquez *et al.* (2004), mientras que para la parte central pueden citarse a Pérez-Higareda (1980a) Morales-Mávila y Guzmán-Guzmán (1994), González-Romero *et al.* (1993), Palma *et al.* (1996), De la Torre (1999), Lambert-Izquierdo (2000), Enríquez-Roa (2006), Corona-López (2006), Bello-Sánchez (2008). Mientras que para el sur se puede citar a Hernández-Pacheco (1989), Ramírez-Bautista y Nieto-Montes de Oca (1997), Aguilar-López y Canseco-Márquez (2006), Mestizo-Rivera (2006) y Ramírez-Bautista y Moreno (2006).

COMPOSICIÓN DE FAMILIAS, GÉNEROS Y ESPECIES

En las últimas décadas se han realizado varias adiciones de especies y subespecies para los reptiles del estado, además de nuevas actualizaciones taxonómicas (por ejemplo, Pérez-Higareda, 1985; Pérez-Higareda y Vogt, 1985; Smith *et al.*, 1986; Pérez-Higareda y Smith, 1990; Pérez-Higareda *et al.*, 1985a, 1985b, 2001, 2002a, 2002b; Mendoza-Quijano *et al.*, 2003; Dixon y Tipton, 2004; Flores-Villela y Canseco-Márquez, 2004; Guzmán-Guzmán *et al.*, en prensa). Actualmente se identifican para el estado de Veracruz, 245 especies y subespecies de reptiles (220 especies), agrupados en 100 géneros y 30 familias.

La composición de los reptiles de Veracruz por grupos, se sintetiza en el cuadro 1. Puede notarse el amplio margen de dominancia de los grupos de serpientes y saurios. La riqueza que presenta el estado respecto a cada uno de los grupos, cerca de la mitad de las tortugas que existen en el país se encuentra en Veracruz. Asimismo, más de la tercera parte de las serpientes y cocodrilos que existen en México se ha registrado en el estado. Sólo el grupo de los amphisbenidos (género *Bipes*) no ocurren en Veracruz (cuadro 1).

Veracruz cuenta con 85 especies endémicas a México o al estado. Dentro de los endemismos de Veracruz, destacan algunos géneros que tienen al menos dos especies endémicas en el estado: dos del género *Abronia* (*A. chizari* y *A. reidi*), tres especies de *Anolis* (*A. cymbops*, *A. duellmani* y *A. schiedei*), tres de *Geophis* (*G. blanchardi*, *G. chalybeus* y *G. juliai*), dos *Tantilla* (*T. rubra* y *T. slavensi*) y dos subespecies de *Micrurus limbatus* exclusivas para Los Tuxtlas (*M. l. spilosomus* y *M. l. limbatus*).

En el estado han sido consideradas como áreas importantes de endemismos, el norte del Golfo de México, que comprende de los 0 a los 3 500 msnm. Otra área es el centro de Veracruz, que comprende desde Misantla hasta la altura de Texistepec y va de

CUADRO 1. Composición taxonómica y endemismos por grupo de reptiles de Veracruz, comparando con el nacional.

TAXÓN	FAMILIAS	GÉNEROS	ESPECIES EN EL ESTADO	ESPECIES EN EL PAÍS	PORCENTAJE DE ESPECIES DEL TOTAL NACIONAL	ENDEMISMOS	PORCENTAJE DE ENDEMISMOS DE ESPECIES DEL ESTADO
Amphisbaenia	0/1	0/1	0	3	0	0	0
Tortugas	7/9	13/18	19	47	40.4%	2	10.5%
Saurios	12/16	27/48	76	388	19.6%	41	53.9%
Serpientes	8/10	57/88	124	363	34.1%	42	33.9%
Cocodrilos	1/2	1/2	1	3	33.3%	0	0
Total	28	98	220	804	27.4%	85	38.6%

El total nacional se cuantifica en 804 especies de acuerdo con Flores-Villela y Canseco-Márquez (2004).

los 0 a los 5 610 metros de altitud, donde se incluye el Pico de Orizaba. Se ha considerado también importante el sur de Veracruz, que abarca la costa sur del Golfo de México, desde Alvarado hasta Cárdenas, Tabasco, con altitudes de los 0 a los 2 000 msnm. Aquí se incluyen Los Tuxtlas, Laguna del Ostión y humedales del Papaloapan. Mayor información sobre las especies endémicas para el estado se puede encontrar en Ochoa-Ochoa y Flores-Villela (2006) y en este volumen.

Por el número de reptiles registrados en Veracruz (especies y subespecies), es considerado el segundo estado con mayor riqueza en este grupo de vertebrados, sólo por debajo de Oaxaca (cuadro 2). Sin embargo, se debe considerar que la referencia considerada para el estado de Chiapas tiene más de 25 años, por lo cual, es muy probable que la riqueza de reptiles en Veracruz pueda estar en el tercer lugar nacional.

Al parecer, las zonas con mayor riqueza de reptiles en Veracruz se sitúan en las porciones centro y sur del estado (apéndice VIII.43). Sin embargo, es probable que esta riqueza esté asociada con el número de colectas o estudios realizados en cada región. Por ejemplo, uno de los sitios considerados de alta diversidad es la región de Los Tuxtlas, que coincidentemente es también una de las zonas más estudiadas y conocidas del estado en cuanto a reptiles se refiere (Pérez-Hgareda *et al.*, 2007).

CUADRO 2. Comparación de la riqueza de reptiles de Veracruz con otros estados de la República Mexicana.

ESTADO	FAMILIAS	GÉNEROS	ESPECIES
Oaxaca	31	98	245
Veracruz	28	100	220
Chiapas	26	90	178
Tabasco	24	72	99

Para Tabasco se considera lo reportado por Reynoso-Rosales *et al.* (2005), que incluyen especies del sur de Veracruz que podrían estar en Tabasco. Para Chiapas se considera Alvarez del Toro (1982) y para Oaxaca, Casas-Andreu *et al.* (2004).

ESTADO DE CONSERVACIÓN

En la actualidad se han registrado 245 especies y subespecies de reptiles para el estado de Veracruz, representantes de 29 familias, siendo las familias mejor representadas: Colubridae, Dipsadidae y Phrynosomatidae, con 22, 19 y 18 especies, respectivamente. Ochenta y cinco especies son endémicas para México, de las cuales 17 son exclusivas para el estado. De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2001, 102 especies distribuidas en el estado se encuentran protegidas por las leyes mexicanas por considerarse en alguna categoría de riesgo (cuadro 3) En las figuras 1, 2 y 3 se muestran algunas especies de reptiles del estado de Veracruz que se incluyen en la NOM-059-SEMARNAT-2001 en distintas categorías de protección.

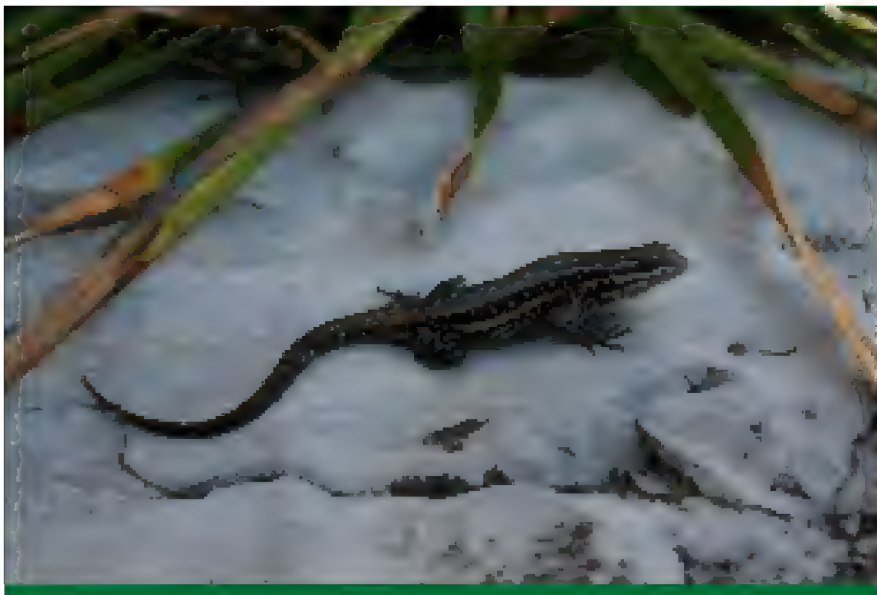


FIGURA 1. *Sceloporus megalepidurus*, especie listada Bajo Protección especial y endémica para México según la NOM-059-SEMARNAT 2001 registrada cerca de la comunidad de Frijol Colorado (Foto: Ahmed Bello Sánchez).



FIGURA 2. *Thamnophis scalaris* serpiente endémica incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2001, como especie amenazada, individuo del Parque Nacional Cofre de Perote (Foto: Ahmed Bello Sánchez).

Por otra parte, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), incluye 134 especies y subespecies de reptiles presentes en el estado de Veracruz en alguna de sus categorías de riesgo. Dentro de éstas se incluyen 77 serpientes, 40 saurios, 16 tortugas y un cocodrilo. Se destacan como especies con mayor riesgo, en la categoría de



FIGURA 3. *Phrynosoma orbiculare* especie endémica y catalogada como amenazada según la NOM-059-SEMARNAT-2001 (Foto: Jorge Morales Mávila).

CUADRO 3. Número de especies de reptiles de Veracruz listados en la NOM-059-SEMARNAT, 2001.

TAXA	EN PELIGRO	AMENAZADA	BAJO PROTECCIÓN ESPECIAL	TOTAL
Saurios	0	2	36	38
Serpentes	0	25	21	44
Testudines	7	1	9	17
Crocodylus	0	0	1	1
Total	7	28	67	102

Peligro Crítico a las tortugas *Dermatemys mawi* (de agua dulce) (figura 4) y las marinas, *Lepidochelys kempi* (figura 5) y *Dermochelys coriacea*. Se consideran en la categoría en Peligro de Extinción a los saurios, *Ophisaurus ceroni*, *Abronia chiszari* y *Abronia graminea* y las tortugas marinas *Caretta caretta* y *Chelonia mydas*.



FIGURA 4. *Dermatemys mawii*, especie en peligro crítico y una de las 25 tortugas de agua dulce en mayor peligro en el mundo, de acuerdo con Turtle Survival Alliance (Foto: Jorge E. Morales Mávil).



FIGURA 5. *Lepidochelys kempi*, una de las tortugas marinas en peligro de extinción que arriban a las playas de Veracruz (Foto: Leonel Zavaleta Lizárraga).

ÁREAS PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN

Veracruz es el segundo estado con mayor riqueza de reptiles en el país; la diversidad de climas y vegetación, la variada topografía y la reciente orografía son la causa principal de esta riqueza. Estas características heterogéneas implican que la diversidad del estado requiere para mantenerse de los diferentes sitios, ambientes y regiones. No obs-

tante, existen áreas cuyas características deberán considerarse prioritarias para asegurar la conservación de la mayor parte de la diversidad de reptiles, ya sea por la importancia de la región donde se ubican, por los tipos de vegetación que albergan, por la presencia de endemismos o por los ambientes ecológicos presentes. En ese sentido, y con base en la propuesta de Arriaga *et al.* (2000), se pueden identificar diez regiones prioritarias para el estado, como son: 1) el bosque mesófilo de la Sierra Madre Oriental, que se ubica en las porciones límite de los estados de Hidalgo, Puebla y Veracruz; 2) la Laguna de Tamiahua; 3) Cuetzalan, que comprende Veracruz y Puebla, al igual que; 4) la zona Pico de Orizaba-Cofre de Perote, que incluye los mismos estados; 5) los encinares tropicales de la planicie costera veracruzana; 6) las dunas costeras del centro de Veracruz; 7) los humedales del Papaloapan; 8) la Sierra de Los Tuxtlas-laguna del Ostión; 9) la Selva zoque-La Sepultura, entre los estados de Veracruz, Chiapas y Oaxaca, y 10) Sierra Norte de Oaxaca, que colinda con el estado de Veracruz.

Con base en las áreas prioritarias y las zonas de endemismos, se debe resaltar la conservación de reptiles sobre la zona montañosa, específicamente los valles y zonas altas del Cofre de Perote y del Pico de Orizaba; los grandes humedales, como son la Laguna de Tamiahua y el Complejo Lagunar de Alvarado. Asimismo, se sugiere como áreas relevantes a los bosques caducifolios del centro del estado, particularmente la zona de Misantla, el bosque mesófilo de los fragmentos en municipios de Teocelo, Xico, Coatepec, Xalapa y Banderilla. Otro ecosistema es el manglar y ambientes adyacentes, en ese sentido se deberán considerar la Ciénega del Fuerte, las lagunas de La Mancha y Sontecomapan. A nivel de áreas con alto endemismo de reptiles, se consideran como prioritarias, Los Tuxtlas, Uxpanapa y la Sierra de Otontepec.

AMENAZAS

Debido al desconocimiento generalizado que existe sobre los reptiles en la sociedad veracruzana, este grupo de vertebrados sufre de una constante presión, principalmente el grupo de las serpientes, que por temor, la mayoría de las veces injustificado, provoca la destrucción constante de individuos en zonas rurales y urbanas. No obstante la desconfianza hacia estos animales, algunas serpientes son cazadas con fines curativos; por ejemplo, se sabe que las serpientes de cascabel son buscadas para utilizar su carne como remedio contra el cáncer (figura 6) (Morales-Mávila y Villa-Cañedo, 1998).



FIGURA 6. *Crotalus triseriatus* es una cascabel en riesgo que habita la zona montañosa del estado, individuo en el área protegida san José de los Molinos (Foto: Jorge E. Morales Mávila).

La principal amenaza para la conservación de los reptiles es la destrucción del hábitat. El paisaje fragmentado de bosques y selvas en toda la entidad veracruzana está provocando que muchas de las poblaciones de reptiles se encuentren diezmadas o incluso en declive. Estudios realizados en la región de Los Tuxtlas han generado información relevante en este aspecto (Urbina-Cardona y Reynoso, 2005;

Urbina-Cardona *et al.*, 2006). La fragmentación provoca también que algunas especies de talla media como las iguanas, se enfrenten a un mayor riesgo de depredación cuando las hembras tienen que viajar grandes distancias y trasladarse entre campos abiertos para llegar a los sitios arenosos a depositar sus huevos (Morales-Mávila *et al.*, 2007).

Una amenaza conocida para varias especies de reptiles, sobre todo en época de reproducción, son las carreteras. Se sabe que algunas especies de lagartos y tortugas son muertas cuando intentan cruzar sobre todo las carreteras federales de alta velocidad o cuando se acercan a calentar sus cuerpos atraídos por el calor que acumula y desprende el asfalto (Morales-Mávila *et al.*, 1997). Si bien no existe una amplia cuantificación del efecto de esta amenaza sobre las poblaciones de reptiles, si se conoce que el impacto existe y que en otros sitios ha causado una reducción importante en poblaciones animales (Bury, 1980; Wilkins y Shmidly, 1980; Comita, 1984).

PRIORIDADES DE INVESTIGACIÓN Y ACCIONES PARA SU CONSERVACIÓN

Veracruz es uno de los estados más estudiados en cuanto a reptiles se refiere, sin embargo, la mayor parte de las investigaciones se ha realizado en la parte sur, particularmente en la región de Los Tuxtlas. Por lo tanto, considerando que el estado contiene la mayoría de los ecosistemas que existen en el país, es lógico pensar que falta aún mucha información de este grupo de vertebrados, sobre todo en los humedales costeros, las altas montañas, los bosques de encinos y selvas bajas caducifolias del estado de Veracruz.

Una de las mejores estrategias para la conservación de los recursos es la creación de espacios naturales protegidos. El estado de Veracruz, cuenta actualmente con 62 zonas de conservación, en diversas categorías, 14 decretadas por la federación,

nueve sitios Ramsar, 17 decretadas por el gobierno estatal y 22 áreas privadas de conservación. El conocimiento de reptiles en estas áreas es limitado, si bien puede decirse que existen listados en los pocos planes de manejo publicados de las áreas por la Coordinación General de Medio Ambiente a través de la Secretaría de Desarrollo Social y medio Ambiente de Gobierno del Estado de Veracruz, esa información debe ser tomada con reserva debido a que la mayoría de estos programas hace mención a la diversidad de reptiles, aunque de forma potencial.

Los programas de manejo que existen actualmente sobre áreas protegidas o en proceso de decreto que muestran listados potenciales de reptiles son los siguientes: para el norte, los programas del Santuario del Loro Huasteco (SEDERE, 2001a), el Tajín (SEDERE, 2000b) y la Sierra de Otontepec (SEDESMA, 2007); para la parte centro del estado se encuentran El Cerro del Borrego (SEDERE, 2000a), Pancho Poza (SEDERE, 2001b), El Tejar-Garnica (SEDERE, 2001c), Cerro de las Culebras (SEDERE, 2000c) y Arroyo Moreno (SEDERE, 2006). Para la zona sur del estado, sólo se cuenta con un programa de manejo, el de La Alameda (SEDERA, 2002). El área natural protegida más conocida en cuanto a su riqueza y diversidad de reptiles, es la reserva de la biosfera Los Tuxtlas (Ramírez-Bautista y Nieto, 1997). Sin embargo, nuevos estudios sobre la diversidad y distribución de reptiles en espacios protegidos del estado se encuentran en proceso, con lo cual se podrá contar con información actual y suficiente para proponer estrategias de conservación para este grupo de vertebrados (Morales-Mávila *et al.*, 2007).

No obstante la existencia de varias áreas naturales protegidas en el estado, aún se puede constatar que diferentes ecosistemas prioritarios no se encuentran suficientemente protegidos y, por tanto, la fauna de reptiles que albergan tampoco. Por ello, deberán considerarse como acciones de conservación la propuesta de nuevos espacios protegidos, principalmente en zonas de encinares tropicales, bosques y selvas caducifolios, humedales y selvas

perennifolias. Específicamente consideramos que las zonas Uxpanapa-Chimalapa, Bosques de Misantla, Barrancas de Totutla, Sierra de Tantima y Sierra de Manuel Díaz, podrían ser sitios adecuados para una propuesta de esta naturaleza.

Con excepción de la región de Los Tuxtlas, la mayoría de las áreas protegidas y las zonas prioritarias de conservación, sólo cuenta con conocimiento incipiente sobre los reptiles. De hecho, uno de los mayores problemas que deberá ser tratado como acción inmediata de investigación, es la evaluación de las poblaciones de reptiles, cuantificar las densidades, conocer su distribución y su dinámica poblacional, debe ser tarea prioritaria si se pretende establecer estrategias de conservación a corto y mediano plazos.

APROVECHAMIENTO DE REPTILES EN EL ESTADO

Muchas especies de reptiles son utilizadas en Veracruz con diversos fines: para obtención de carne, huevos y piel, como mascotas, para usos medicinales, curativos y mágicos. Como alimento se aprovecha la carne y huevos de las iguanas y las tortugas, principalmente. Se sabe que la iguana verde (*Iguana iguana*) y el tilcampo (*Ctenosaura acanthura*) (figura 7), son animales cazados por las comunidades rurales que habitan a lo largo de la zona costera del estado (Suárez-Domínguez, 2004). La carne es muy apreciada en los días de celebración de muertos para preparar comida tradicional como los tamales, mientras que durante el periodo de reproducción de las iguanas y unos días antes de la oviposición, una práctica común es buscar a las hembras grávidas con la finalidad de obtener no sólo la carne, sino también el “rosario” de huevos en proceso de maduración. Se sabe también que en décadas pasadas algunos restaurantes de zonas turísticas, ofrecían carne de iguana en el menú (Morales-Mávila y Villa-Cañedo, 1998).



FIGURA 7. *Ctenosaura acanthura* es una iguana conocida como tilcampo que se encuentra listada en la categoría Bajo protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2001, es endémica de México (Foto: Jorge E. Morales Mávila).

Uno de los grupos frecuentemente aprovechado es el de las tortugas principalmente las dulceacuícolas, las cuales son usadas para consumo en la mayor parte de las zonas costeras del estado. Esto ha estimulado a la creación de diversas granjas de tortugas, así como a proponer estrategias de aprovechamiento de poblaciones silvestres, por ejemplo en Los Tuxtlas y Lerdo de Tejada (De la Torre-Lorranca, 2004). En la laguna de Sontecomapan, por ejemplo, se sabe que se aprovechan principalmente, la tortuga tres lomos (*Staurotypus triporcatus*) y las chachahuas (género *Kinosternon*), de las cuales se aprovechan básicamente los brazos. Los huevos de

las tortugas también son comestibles, principalmente las de las especies más grandes como la tres lomos y la jicotea (*Trachemys venusta*) (Suárez-Castillo, 2005).

Con respecto a las tortugas marinas, antes en riesgo por el consumo de sus huevos, considerados erróneamente afrodisíacos (Montes y Licona, 1996), en la actualidad, al parecer debido a la presencia y el manejo de los campamentos tortugueros y sus programas de educación ambiental, el saqueo de huevos ha disminuido notablemente.

En la actualidad una de las estrategias propuestas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, es la creación y promoción de criaderos de iguanas a través de Unidades de Manejo (UMA). Sin embargo, si bien el establecimiento de estas UMA se ha ido incrementado paulatinamente en el estado, sus intereses se han enfocado a producir crías de iguana verde para venderlas como mascotas, con un éxito moderado. La venta de iguanas para aprovechamiento de carne aún no existe en el estado (Subcomité Técnico Consultivo para la Conservación y Aprovechamiento de Iguanas en México, 2007).

Algunas especies han sido utilizadas con fines curativos; por ejemplo, las serpientes de cascabel son cazadas con la finalidad de obtener su carne, la cual es secada para ser consumida como remedio contra el cáncer. El cascabel de este tipo de serpientes es también usado como un amuleto de buena suerte (Morales-Mávila y Villa-Cañedo, 1998).

Uno de los usos que actualmente se ha incrementado sustancialmente, es la venta de reptiles como mascotas. Como se había mencionado, existen varias granjas de reproducción de iguanas en el estado y las crías son vendidas principalmente al interior del país como mascotas (Subcomité Técnico Consultivo para la Conservación y Aprovechamiento de las iguanas de México). Sin embargo, en muchas tiendas de mascotas de grandes ciudades, como Xalapa, pueden encontrarse otros reptiles en venta como las serpientes acuáticas, boas y geckos (Guzmán-Guzmán y Méndez, 1993).

CONSIDERACIONES FINALES

La diversidad de reptiles en Veracruz es una de las más importantes para el país, ya que se encuentra entre las tres entidades federativas con mayor riqueza de este grupo de vertebrados. Sin embargo, los reptiles se enfrentan a diferentes factores que podrían estar afectando la permanencia de muchas de las especies. La reducción del hábitat, sobre todo las zonas selváticas y de bosques templados, la sobre explotación de especies (iguanas y tortugas, principalmente) para consumo de carne y huevos, el sacrificio de otras por un temor excesivo, muchas veces injustificado, así como el comercio ilegal, son los principales problemas que deben ser considerados para el desarrollo de acciones de conservación.

Si bien se conoce de manera general la riqueza de reptiles de Veracruz, el hecho de que aún se estén describiendo nuevas especies en la última década, sugiere la necesidad de inspeccionar más a fondo sitios que albergan vegetación primaria. En este sentido, cerros con pendientes pronunciadas en las zonas centro y sur del estado, barrancas con selva baja y bosque templado de la zona centro y zonas boscosas poco accesibles, por ejemplo en el Uxpanapa-Chimalapas, podrían ser considerados sitios prioritarios para exploración.

Por otra parte, es indispensable priorizar sobre la realización de estudios ecológicos y conductuales, principalmente de aquellas especies endémicas o con algún grado de amenaza. Estos estudios que deberán ser componentes importantes para el planteamiento de estrategias de conservación y manejo.

LITERATURA CITADA

- AGUILAR-LÓPEZ, J.L. y L. Canseco-Márquez, 2006, Herpetofauna del municipio de Las Choapas, Veracruz, México, *Boletín de la Sociedad Herpetologica Mexicana* 14(2): 20-37
- ALMARAZ-VIDAL, D., 2001, *Contribución a la biología y ecología del tepocho Atropoides nummifer (Serpentes: Viperidae) en Matlaquiáhuatl, municipio de Ixhuatlán del Café, Veracruz, México*, tesis de licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Córdoba, Veracruz, 63 pp.
- ÁLVAREZ DEL TORO, M., 1982, *Los Reptiles de Chiapas*, Colección de Libros de Chiapas, Serie Especial, Publicación del Instituto de Historia Natural, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, 247 pp.
- ARRIAGA, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coords), 2000, *Regiones terrestres prioritarias de México*, Conabio, México, 609 pp.
- BELLO-SÁNCHEZ, E.A., 2008, *Herpetofauna de la Reserva Ecológica San Juan del Monte, Las Vigas de Ramírez, Veracruz, México*, tesis de licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, 60 pp.
- BURY, R.B., 1980, What we know and do not know off-road vehicle impacts on wildlife, en R.N.L. Andrews y P.F. Nowak (eds.), *Off-road vehicle use: a management Challenge*, U.S. Dept. Off. Enviromental Quality, Univ. Mich. School Natural Resources & Univ. Mich. Extention Service, pp. 110-120.
- CANSECO-MÁRQUEZ, L., F. Mendoza-Quijano y M.G. Gutiérrez-Mayén, 2004, Análisis de la distribución de la herpetofauna, en I. Luna, J.J. Morrone, y D. Espinosa (eds.), *Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental*. Conabio/UNAM, México, pp. 417-437.
- CASAS-ANDREU, G., F.R. Méndez-de la Cruz y X. Aguilar-Miguel, 2004, Anfibios y reptiles, en A.J. García-Mendoza, M.J. Ordóñez y M. Briones-Salas (eds.), *Biodiversidad de Oaxaca*, Instituto de Biología, UNAM/Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza/WWF, México, pp. 375-390.
- COMITA, J.L., 1984, Impacto de los caminos sobre la fauna en el Parque Nacional el Palmar, Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" e Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales, *Zoología* 13(54): 513-521.
- CORONA-LÓPEZ, C.R., 2006, *Herpetofauna del Área Natural Protegida El Tejar-Garnica, Xalapa, Veracruz*,

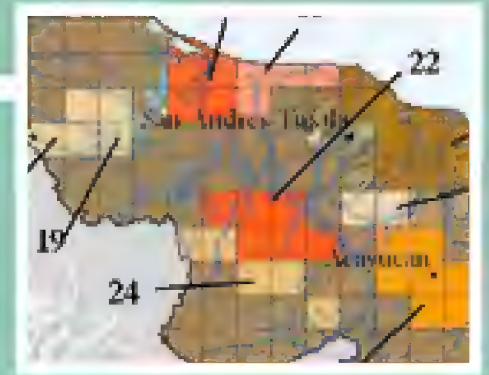
- México, tesis de licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, 53 pp.
- DE LA TORRE LORRANCA, M.A., 1999, *Anfibios y reptiles del cerro Petlacala, municipio de San Andrés Tenejapan, Veracruz, México*, tesis de licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Córdoba, Veracruz, 78 pp.
- , 2004, *Propuesta de manejo de las poblaciones de tortugas (Kinosternon leucostomum y Staurotypus triporcatus) en el ejido La Margarita, Catemaco, Veracruz, México*, tesis de maestría, Instituto de Ecología, Xalapa, Veracruz, México, 115 pp.
- DIXON, J.R. y B.L. Tipton, 2004, *Dryadophis* versus *Mastigodryas* (Ophidia: Colubridae): a proposed solution, *Herpetological Review* 35(4): 347-349.
- ENRÍQUEZ-ROA, J., 2006, *Diversidad y distribución de anfibios y reptiles del Parque Ecológico Francisco Javier Clavijero, Xalapa, Veracruz, México*, tesis de licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, 75 pp.
- FLORES-VILLELA, O. y L. Canseco-Márquez, 2004, Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México, *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 20: 115-144.
- GONZÁLEZ-ROMERO, A., C.A. López-González y A. Ramírez-Bautista, 1993, Estudio preliminar de la herpetofauna del municipio de Xalapa, en I. López-Moreno, (ed.), *Ecología Urbana Aplicada a la Ciudad de Xalapa*, Instituto de Ecología, MAB/UNESCO, H. Ayuntamiento de Xalapa, Veracruz, pp. 165-185.
- GONZÁLEZ-SORIANO, E., R. Vogt y R. Dirzo (eds), 1997, *Historia natural de Los Tuxtlas*, UNAM/Conabio, 647 pp.
- GUZMÁN-GUZMÁN, S. y A. Méndez, 1993, *Comercio de fauna silvestre (mascotas) en Xalapa, Veracruz*, Memorias del XI Simposio sobre fauna silvestre, UNAM/Gobierno del Estado de Tabasco/YUMKA, pp: 266-277.
- GUZMÁN-GUZMÁN, S., M. Palma, M.I. Barradas (en prensa), *Gonatodes albogularis* (Yellowhead Gecko), *Herpetologica Review*.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, H.R., 1989, *Contribución al conocimiento de la composición de anfibios y reptiles que habitan en el Acuyal, un área en las elevaciones de la región de Los Tuxtlas, Veracruz*, tesis de licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, 86 pp.
- LAMBERT-IZQUIERDO, N.L., 2000, *Anfibios y reptiles de la Rserva Ecológica Pancho Poza, Municipio de Altotonga, Veracruz, México*, tesis de licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, 55 pp.
- MCNEELY, J.A., Miller, K.R., Reid, W.V., Mittermeier, R.A. y T.B. Werner, 1990, *Conserving the world's biological diversity*, IUCN, Gland, Switzerland, WRI, CI, WWF-US, and the World Bank, Washington, D.C., 193 pp.
- MENDOZA-QUIJANO, F., J.I. Campos-Rodríguez, J.C. López-Vidal, H.M. Smith y D. Chizar, 2003, *Adelphicos quadrivirgatum* (Serpentes: Colubridae) in Hidalgo, México, with comments on its relationships to *A. visoninum*, *Bulletin Maryland Herpetological Society* 39(4): 77-84.
- MESTIZO-RIVERA, L.R., 2006, *La herpetofauna del pantano de Santa Alejandrina, Minatitlán, Veracruz, México*, tesis de licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, 86 pp.
- MONTES, G. y D.G. Licona, 1996, *Selección del Sitio de Anidación y Conservación de dos Especies de Tortugas Marinas Lepidochelys kempi (Garman 1880) y Chelonia mydas (Linneus 1758) (Reptilia-Chelonidae) en las Playas de Cabo Rojo. Mpio de Tampico El Alto, Veracruz (Temporadas: 1990-1991)*, tesis de licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, 52 pp.
- MORALES-MÁVIL, J.E. y S. Guzmán-Guzmán, 1994, Fauna silvestre de la zona de La Mancha, Veracruz, México, *La Ciencia y el Hombre* 16:77-103.
- MORALES-MÁVIL, J.E. y J. Villa-Cañedo, 1998, Notas sobre el uso de la fauna silvestre en Catemaco, Veracruz, México, *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 73:127-143.

- MORALES-MÁVIL, J.E., J.T., Villa-Cañedo, S.H., Aguilar y L. Barragán, 1997, Mortalidad de vertebrados silvestres en una carretera asfaltada de la región de Los Tuxtlas, Veracruz, México, *La Ciencia y El Hombre* 27: 7-23.
- MORALES-MÁVIL, J.E., E.A. Suárez-Domínguez, L.R. Mestizo-Rivera, J.T. Villa-Cañedo, J. Enríquez-Roa, C. Corona-López, J. Bello-Gutiérrez, y A. González-Christen, 2007, *Riqueza, diversidad y distribución de anfibios, reptiles y mamíferos en las áreas naturales protegidas del estado de Veracruz*. Informe Técnico no publicado, Universidad Veracruzana/CONACYT, Xalapa, Veracruz, México, 78 pp.
- OCHOA-OCHOA, L. y O. Flores-Villela, 2006, *Áreas de diversidad y endemismo de la herpetofauna mexicana*, UNAM/Conabio, México, 211 pp.
- PALMA, M., M.I. Barradas y A. García, 1996, *Contribución a algunos aspectos ecológicos de la herpetofauna del municipio de Ixtaczoquitlán, Veracruz*, tesis de licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, 65 pp.
- PELCASTRE-VILLAFUERTE, L. y O. Flores-Villela, 1992, *Lista de especies y localidades de recolecta de herpetofauna de Veracruz, México*, Publicaciones especiales del Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 96 pp.
- PÉREZ-HIGAREDA, G., 1978, Checklist of freshwater turtles of Veracruz, Mexico: I Southeastern portion of the state (Testudines: Cryptodira), *Bulletin of the Maryland Herpetological Society* 14(4): 215-222.
- , 1980a, Checklist of freshwater turtles of Veracruz, Mexico. II Central portion of the state (Testudines: Cryptodira), *Bulletin of the Maryland Herpetological Society* 16(1): 27-34.
- , 1980b, Checklist of freshwater turtles of Veracruz, Mexico. III Northern portion of the state (Testudines: Cryptodira), *Bulletin of the Maryland Herpetological Society* 16(2): 43-48.
- , 1985, A new subspecies of the genus *Tantilla* from southern, Veracruz, Mexico (Serpentes: Colubridae), *Bulletin of the Maryland Herpetological Society* 21(1):38-40
- PÉREZ-HIGAREDA, G. y D.L. Navarro, 1980, The faunistic districts of the low plans of Veracruz, Mexico, based on reptiles and mammalian data, *Bulletin of the Maryland Herpetological Society* 16: 54-69
- PÉREZ-HIGAREDA, G. y H.M. Smith, 1990, The endemic coral snakes of the Los Tuxtlas, region, southern Veracruz, Mexico, *Bulletin of the Maryland Herpetological Society* 26(1):5-13.
- PÉREZ-HIGAREDA, G. y H.M. Smith, 1991, *Ofidiofauna de Veracruz. Análisis taxonómico y zoogeográfico*, Publicaciones especiales del Instituto de Biología, UNAM, México. 7, 122 pp.
- PÉREZ-HIGAREDA, G. y R. Vogt, 1985, A new subspecies of arboreal lizard genus *Laemantus*, from the mountainous region of Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico, *Bulletin of the Maryland Herpetological Society* 21(4):139-144.
- PÉREZ-HIGAREDA, G., M.A. López-Luna y H.M. Smith, 2002a, A new species of *Conophis* (Reptilia: Serpentes) from Los Tuxtlas, an area of high endemism in southern Veracruz, Mexico, *Bulletin of the Maryland Herpetological Society* 38(1):27-32.
- , 2002b, A new snake related to *Sibon sanniola* (Serpentes: Dipsadidae) from Los Tuxtlas, Veracruz, México, *Bulletin of the Maryland Herpetological Society* 38(2): 62-65.
- PÉREZ-HIGAREDA, G., M.A. López-Luna y H.M. Smith, 2007, *Serpientes de la región de Los Tuxtlas, Veracruz, México. Guía de identificación ilustrada*, UNAM, México, 189 pp.
- PÉREZ-HIGAREDA, G., H.M. Smith y J. Julia Z., 1985a, A new jumping viper, *Porthidium olmec*, from southern Veracruz, Mexico (Serpentes: Viperidae), *Bulletin of the Maryland Herpetological Society* 21(3): 97-106.
- PÉREZ-HIGAREDA, G., H.M. Smith y M.A. López-Luna, 2001, A new *Geophis* from Southern Veracruz, Mexico, *Bulletin of the Maryland Herpetological Society* 37(2): 42-48.
- PÉREZ-HIGAREDA, G., H.M. Smith y R.B. Smith, 1985b, A new species of *Tantilla* from Veracruz,

- Mexico (Serpentes: Colubridae), *Journal of Herpetology* 19(2):290-292.
- RAMÍREZ-BAUTISTA, A. y C. Moreno, 2006, Análisis comparativo de la herpetofauna de cuatro regiones geográficas de México, en A. Ramírez-Bautista, L. Canseco-Márquez y F. Mendoza-Quijano (eds.), *Inventarios herpetofaunísticos de México: avances en el conocimiento de su biodiversidad*, Publicaciones de la Sociedad Herpetológica Mexicana núm. 3, SHM/BUAP, México, pp. 74-98.
- RAMÍREZ-BAUTISTA, A. y A. Nieto Montes-de Oca, 1997, Ecogeografía de anfibios y reptiles, en E. González-Soriano, R. Vogt y R. Dirzo (eds.), *Historia Natural de Los Tuxtlas*, UNAM/Conabio, pp. 523-532.
- REYNOSO-ROSALES, V.H., F. Mendoza-Quijano, C.S. Valdespino-Torres y X. Sánchez Hernández, 2005, Anfibios y Reptiles, en J. Bueno, F. Alvarez y S. Santiago (eds.), *Biodiversidad del estado de Tabasco*, Instituto de Biología/UNAM/Conabio, México, cap. 11, pp. 241-260.
- ROJAS, M.S., 1995, *Herpetofauna del cerro Matlaquihuitl, municipio de Córdoba, Veracruz, México*, tesis de licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Córdoba, Veracruz, 41 pp.
- SANTOS-BARRERA, G., J. Pacheco y G. Ceballos, 2004, Áreas prioritarias para la conservación de los anfibios y reptiles de México, *Biodiversitas* 57: 1-6.
- SECRETARÍA DE DESARROLLO REGIONAL (Sedere), 2000a, *Programa de Manejo Cerro del Borrego. Área Natural Protegida*, Subsecretaría de Medio Ambiente, Gobierno del Estado de Veracruz, México, 79 pp.
- , 2000b, *Diagnóstico ambiental del entorno de El Tajín, Propuesta de Manejo*, Secretaría de Desarrollo Regional, Subsecretaría de Medio Ambiente, Gobierno del Estado de Veracruz, México, 80 pp.
- , 2000c, *Programa de Manejo Cerro de las Culebras. Área Natural Protegida*, Subsecretaría de Medio Ambiente, Gobierno del Estado de Veracruz, 85 pp.
- , 2001a, *Programa de Manejo Santuario del Loro Huasteco. Área Natural Protegida*, Gobierno del Estado de Veracruz, 73 pp.
- , 2001b, *Programa de Manejo Río Pancho Poza. Área Natural Protegida*, Subsecretaría de Medio Ambiente, Subsecretaría de Medio Ambiente, Gobierno del Estado de Veracruz, 65 pp.
- , 2001c, *Programa de Manejo El Tejar-Garnica. Área Natural Protegida*, Secretaría de Desarrollo Regional, Gobierno del Estado de Veracruz, 83 pp.
- , 2002, *Programa de manejo de La Alameda, Área Natural Protegida*, Secretaría de Desarrollo Regional, Subsecretaría de Medio Ambiente, Gobierno del Estado de Veracruz, 99 pp.
- SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL Y MEDIO AMBIENTE (Sedesma), 2006. *Programa de manejo del área natural protegida Arroyo Moreno, Boca del Río-Medellín de Bravo, Veracruz*, Secretaría de Desarrollo y Medio Ambiente, Coordinación General de Medio Ambiente, Gobierno del Estado de Veracruz, 104 pp.
- , 2007, *Programa de Manejo de la reserva ecológica Sierra de Otontepec*, Secretaría de Desarrollo y Medio Ambiente, Coordinación General de medio Ambiente, Gobierno del Estado de Veracruz, 74 pp.
- SMITH, H.M., K. Fitzgerald, G. Pérez-Higareda y D. Chiszar, 1986, A taxonomic rearrangement of the snakes of the genus *Scaphiodontophis*, *Bulletin of the Maryland Herpetological Society* 22(4):159-166.
- SUÁREZ CASTILLO, S.J., 2005, *El uso de las tortugas de agua dulce en Sontecomapan, Veracruz*, tesis, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México, 68 pp.
- SUÁREZ-DOMÍNGUEZ, E.A., 2004, *Tamaño del ámbito hogareño y uso del hábitat de hembras de iguana negra (Ctenosaura acanthura, Shaw, 1802) en la zona de La Mancha, Veracruz*, tesis de maestría, Manejo de Fauna Silvestre, Instituto de Ecología, 106 pp.
- URBINA-CARDONA, J.N. y V. H. Reynoso, 2005, Recambio de anfibios y reptiles en el gradiente del potrero-borde-interior en Los Tuxtlas, Veracruz, México, en G. Halffter, J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (eds.), *Sobre Diversidad Biológica: El Significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma*, Sociedad

- Entomológica Aragonesa, Zaragoza, cap. 15, pp. 191-204.
- URBINA-CARDONA, J.N., M. Olivares-Pérez y V.H. Reynoso, 2006, Herpetofauna diversity and microenvironment correlates across a Pasture-Edge- Interior ecotone in tropical rainforest fragments in Los Tuxtlas biosphere reserve of Veracruz, Mexico, *Biological Conservation* 132: 61-75.
- VÁZQUEZ-CISNEROS, N.R., 2006, Herpetofauna de dos áreas perturbadas del municipio de Córdoba, Veracruz, en A. Ramírez-Bautista, L. Canseco-Márquez y F. Mendoza-Quijano (eds.), *Inventarios herpetofaunísticos de México: avances en el conocimiento de su biodiversidad*, Publicaciones de la Sociedad Herpetológica Mexicana núm. 3, México, pp. 251-265.
- VOGT, R.C., J.L. Villareal-Benítez y G. Pérez-Higareda, 1997, Lista anotada de anfibios y reptiles, en E. Gonzalez-Soriano; R. Dirzo y R.C. Vogt, *Historia Natural de Los Tuxtlas*, UNAM/Conabio, México, pp. 507-522.
- WILKINS, K.T. y D.J. Schmidly, 1980, Highway mortality of vertebrates in Southwestern Texas, *The Texas Journal of Sciences* 34(4): 343-350.

Endemismo de la herpetofauna: Análisis y problemáticas



Leticia Ochoa Ochoa
Óscar Flores-Villela

INTRODUCCIÓN

La biogeografía es la ciencia que se encarga de estudiar la distribución de los seres vivos sobre la tierra, sus patrones y las causas de los mismos. En la actualidad hablar de endemismo se ha vuelto cotidiano para todos aquellos interesados en estudiar los patrones biogeográficos. En la biología de la conservación es un apartado que se ha vuelto indispensable debido a las discordancias que existen entre los sitios más ricos y los sitios de mayor endemismo para los distintos taxones bajo estudio (Jetz *et al.*, 2004; Ceballos *et al.*, 2005; Orme *et al.*, 2005; Lamoureaux *et al.*, 2006), aunque debe tenerse en cuenta que las relaciones entre riqueza y endemismo dependen de la escala a la que se realice la investigación (Ochoa-Ochoa, 2006). Dado que la conservación de todo el territorio nacional sería una estrategia poco realista, es necesario establecer ciertos criterios para localizar áreas biológicamente importantes o “*hot spots*” de biodiversidad. Se han propuesto tres criterios principales para acertar en la

ubicación: riqueza de especies, presencia de especies amenazadas y número de especies endémicas (Arita *et al.*, manuscrito no publicado). Las especies endémicas son las que sólo ocurren en un lugar geográfico determinado, y en ningún otro lugar más (Lomolino *et al.*, 2006). Sin embargo, se le ha prestado poca atención al concepto de endemismo *per se* haciendo comúnmente referencia a la restricción geopolítica del área de distribución de las especies, no obstante existen varias acepciones de este concepto y de la ubicación de las áreas de endemismo (Linder, 2001).

En la actualidad se están planteando nuevos métodos de aproximación al endemismo de las especies tomando como base la proporción del área que éstas ocupan con respecto al total del área de estudio (Arita *et al.*, manuscrito; Koleff *et al.*, en preparación) y a las áreas y/o centros de endemismo como entidades históricas (Harold y Mooi, 1994; Humphries y Parenti, 1999), o como sitios donde coexisten especies endémicas sin una historia biogeográfica que los una (Morrone, 2001). Incluso

existen métodos donde el tamaño del área no juega un papel importante (Morrone *et al.*, 2002). Sin embargo, cabe resaltar que, en general, cuando se habla de un área de endemismo, ésta agrupa varias especies con distribución restringida.

Veracruz es el tercer estado con mayor riqueza de especies de anfibios y reptiles en el país. Existen 61 especies de anfibios y 85 de reptiles endémicos a México que se localizan en el estado. Es la zona de México con mejor conocimiento herpetofaunístico, dada la larga tradición de recolecta (Flores-Villela *et al.*, 2004; Ochoa-Ochoa y Flores-Villela, 2006) y de investigación (Urbina y Reynoso, 2005; Pineda y Halfter, 2004, 2005; Pineda *et al.*, 2005a, 2005b). También cuenta con una historia biogeográfica interesante debido a la posición estratégica del estado en la Zona de Transición Mesoamericana, abarcando una parte de la porción sur de la Sierra Madre Oriental y el extremo este del Eje Volcánico Transversal. Veracruz, en su mayoría está constituido por una gran llanura costera que bordea el Golfo de México. Esto lo ha convertido en un laboratorio biogeográfico que ha permitido la amplia distribución de muchas especies a través del corredor costero, y además, sus formaciones montañosas han propiciado especiación *in situ* en diferentes lugares del estado (por ejemplo, Los Tuxtlas). Se sabe que los patrones de distribución cambian en el espacio y tiempo (Rahbek, 2005) y que están determinados por la dinámica que existe en las comunidades biológicas a diferentes niveles o escalas (Gaston, 1996). Así, los procesos involucrados en la formación de áreas de endemismo varían y son dependientes, evidentemente, de la historia del sitio, pudiendo coexistir especies endémicas de diferente edad. En este sentido, existen análisis que actúan como métodos de amplio espectro en la localización de áreas importantes biológicamente que no comparten de forma necesaria una única historia biogeográfica (Brooks y van Veller, 2003; Santos, 2005), pero que, sin embargo, son sitios que tienen un significado biológico alto: tal es el caso del análisis utilizado en este trabajo.

Debido a que endemismo significa restringido a una localidad geográfica determinada, los seres vivos pueden ser endémicos en varias escalas, tanto espaciales como taxonómicas. Así, una especie puede estar restringida a un cerro como *Eleutherodactylus vulcani*, una ranita endémica de Los Tuxtlas, o un grupo puede ser endémico de un continente como las serpientes de cascabel, que sólo habitan en América, o como el 60 % de la herpetofauna mexicana que sólo vive dentro de los límites geopolíticos del país. Por lo anterior se ha considerado que el endemismo es escala dependiente (Peterson y Watson, 1998).

Independientemente del concepto de endemismo que se utilice y el método por el cual se aproximen a las áreas o centros de endemismo, según sea el caso, es indispensable localizar esos sitios en el planeta, para poder evaluar la vulnerabilidad que tienen y las amenazas a las que se enfrentan y así establecer planes efectivos de conservación, pues se sabe que si se protegen las áreas de mayor endemismo se protegen más especies de amplia distribución, al mismo tiempo (Patterson, 1987).

Por otro lado, la historia de las poblaciones humanas en el estado ha sido muy activa, lo cual ha resultado en una zona rica culturalmente y con grandes intereses económicos, amenazando las zonas biológicamente importantes y el estado de salud en el que se encuentran los ecosistemas. El objetivo de este capítulo es identificar áreas de endemismo en el estado de Veracruz e identificar su vulnerabilidad, ubicándolas en el contexto actual de riesgos y amenazas.

MÉTODOS

Base de datos

Se obtuvo información de distintos museos que albergan especímenes de anfibios y reptiles de México. La base de datos concentra información de 44 colecciones provenientes de los museos y de diferentes colecciones (106 colecciones y 25 proyectos), obtenida a través del

Sistema de Información Biológica (SIB) de la Conabio. Esta base contiene 39 128 registros del estado de Veracruz. Se revisó especie por especie, comparando los registros de la base de datos compilada con los límites de la distribución conocida o cercanos a ella; todos los registros encontrados en áreas poco probables de ocurrencia para la especie fueron eliminados. La revisión taxonómica y de distribución estuvo basada en las revisiones recientes de taxonomía (Flores-Villela, 1993; Flores-Villela y Canseco-Márquez, 2004; Flores-Villela y Canseco-Márquez, en prep., además de los sitios web: AmphibiaWeb, 2006; Frost, 2004; Uetz, 2006) y fue supervisada por los autores.

Modelado de las áreas de distribución potencial

Se optó por utilizar modelos de “nicho ecológico” (todos los lugares donde la especie puede encontrarse dependiendo sólo de las variables abióticas), para poder aproximarse con mayor precisión al área de distribución, tratando de esta manera de minimizar los efectos de “no uniformidad” en los datos, llamado también sesgo carretero (Soberón, 2000; Ochoa-Ochoa y Flores Villela, 2006), de estación biológica y/o reserva, así como efectos por submuestreo y agregación espacial de los datos.

Con la base de registros puntuales se generaron los modelos de las áreas de distribución utilizando el modelo de predicción GARP (Stockwell y Peters, 1999). Para realizar los modelos se utilizaron coberturas climáticas de México desarrolladas por Téllez (2004). Cada modelo de distribución fue revisado, editado y aprobado por expertos herpetólogos. Una vez obtenidas todas las áreas de distribución de las especies, se generaron mapas de riqueza.

Posteriormente se intersecaron con la retícula de $1/8^\circ$ (aprox. 192.5 km^2) y se generó una matriz de presencia-ausencia. Se sabe que es difícil elegir la escala apropiada para realizar un análisis que incluya más de un grupo (Levin, 2000; Azovsky, 2000, 2002), sin embargo, Ochoa-Ochoa (2006) determinó que por el tipo de datos (modelos de predic-

ción), un octavo de grado es la menor resolución que nos da robustez en los análisis utilizando modelos de predicción.

El análisis de parsimonia de endemismos (PAE) se hizo utilizando WinClada para generar un cladograma de áreas, éste es la representación gráfica de las relaciones existentes entre las áreas basada en la presencia de especies. El PAE busca las relaciones históricas de las áreas basándose en las especies que comparten. Solamente se cartografiaron aquellos clados (agrupaciones de sitios) cuyas áreas fueran adyacentes en el mapa. De esta manera identificamos las áreas biológicamente importantes en términos de endemismo para el estado.

Posteriormente se hizo un análisis de correspondencia con el uso de suelo y el número de habitantes con las áreas de endemismo detectadas en el análisis de PAE para ver el efecto de estos factores sobre la diversidad de la herpetofauna de Veracruz. Se clasificó a las áreas como alta, mediana y poco vulnerable con base en el porcentaje de área perturbada y la densidad poblacional. Las áreas que tenían más del 90 % de pérdida de vegetación, sin importar la densidad poblacional, se caracterizaron como zonas de alta vulnerabilidad; aquellas que tenían 50 % del área deforestada con una densidad poblacional mayor a $1\,000 \text{ hab/km}^2$ se consideraron como altamente vulnerables; si tenían menos de $1\,000 \text{ hab/km}^2$, medianamente vulnerables; con menos del 50 % de pérdida de hábitat con una gran densidad poblacional se clasificó como medianamente vulnerable, y con menor densidad de población y mayor porcentaje de cobertura vegetal, como baja vulnerabilidad. Los análisis de parsimonia de endemismo se hicieron con anfibios y reptiles por separado, y para la evaluación de la vulnerabilidad se utilizó a la herpetofauna en su conjunto.

RESULTADOS

Se identificaron 32 áreas de endemismo utilizando anfibios, 29 con reptiles y 33 para la herpetofauna.

La ubicación de las áreas de endemismo se muestra en los mapas de las figuras 1, 2 y 3. En ellos se puede apreciar la localización particular que presentan estando en su mayoría en los límites estatales.

Los tres análisis de endemismo muestran correspondencias importantes por lo que, para los análisis de vulnerabilidad, tomamos los resultados del PAE para la herpetofauna por considerarlos más robustos.

Estas fueron las áreas que se describen en detalle en el cuadro 1 para evitar repetición de información. La descripción de las áreas se realizó en estricto orden latitudinal de norte a sur, sin tomar en cuenta tamaño, importancia o grado de vulnerabilidad.

Veintiocho de las 33 áreas de endemismo encontradas tienen más del 50 % del área destinada para manejo agrícola, pecuario y/o forestal, existiendo

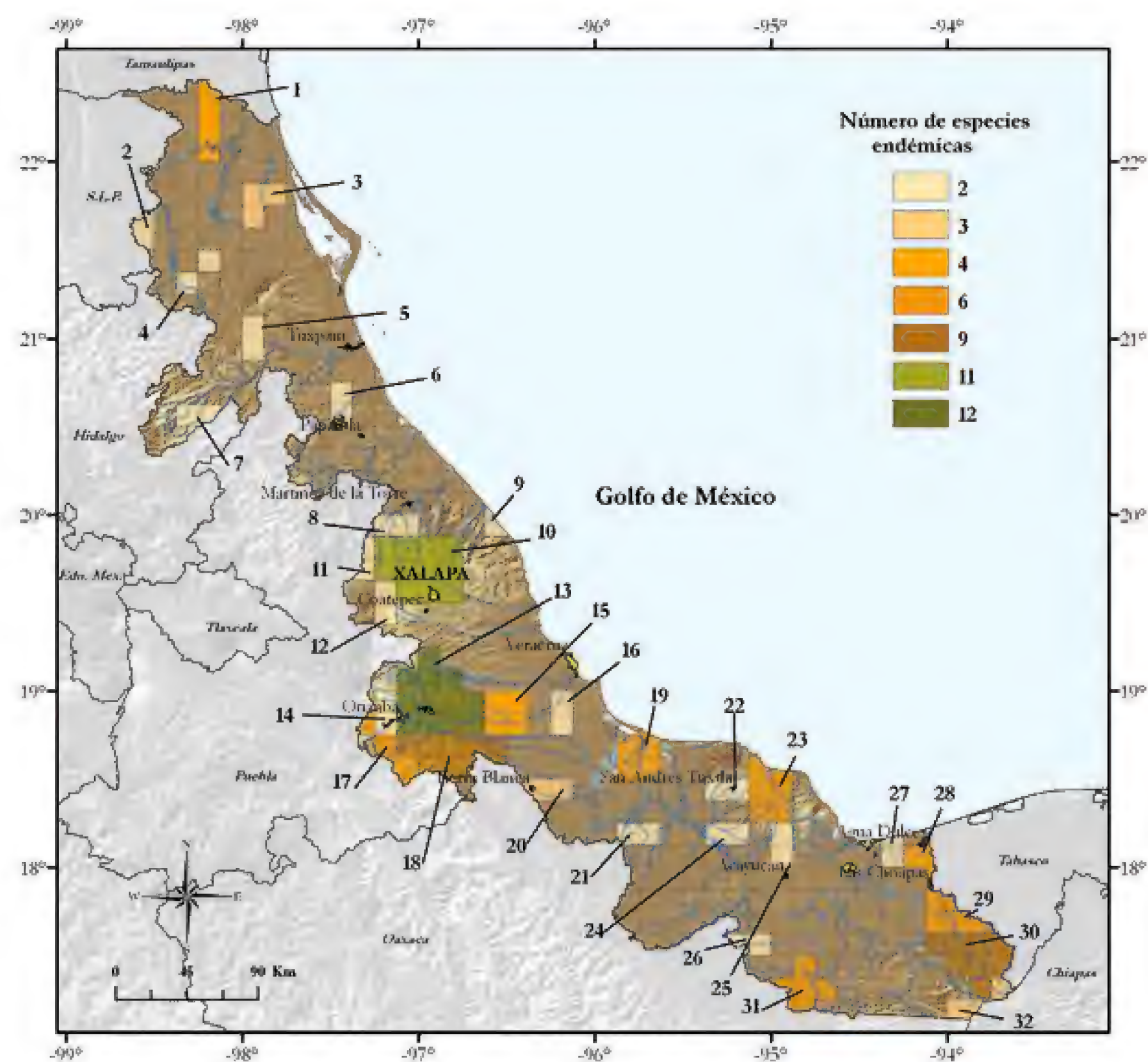


FIGURA 1. Áreas de endemismo para los anfibios de Veracruz.

varias que tienen más del 99 % de cobertura forestal modificada (cuadro 1, figura 4). Las áreas más deforestadas son Tres Valles (23) y Tierra Blanca (20) con menos del 1 % de cobertura vegetal natural restante, ambos sitios cuentan o contaban con una riqueza herpetofaunística importante. Cabe resaltar que no existen muchas áreas, cinco solamente, con perturbación media (con menos del 50 % del área

deforestada). De éstas, el área más conservada, con casi el 95 % de la vegetación natural, es Las Choa-pas (33), que también cuenta con un gran número de especies de anfibios (30) y reptiles (80) (véase cuadro 1). Esta zona tiene una alta vulnerabilidad debido a la fragmentación que está sufriendo, desafortunadamente es una de las últimas grandes áreas remanentes de selva conservada en el estado.

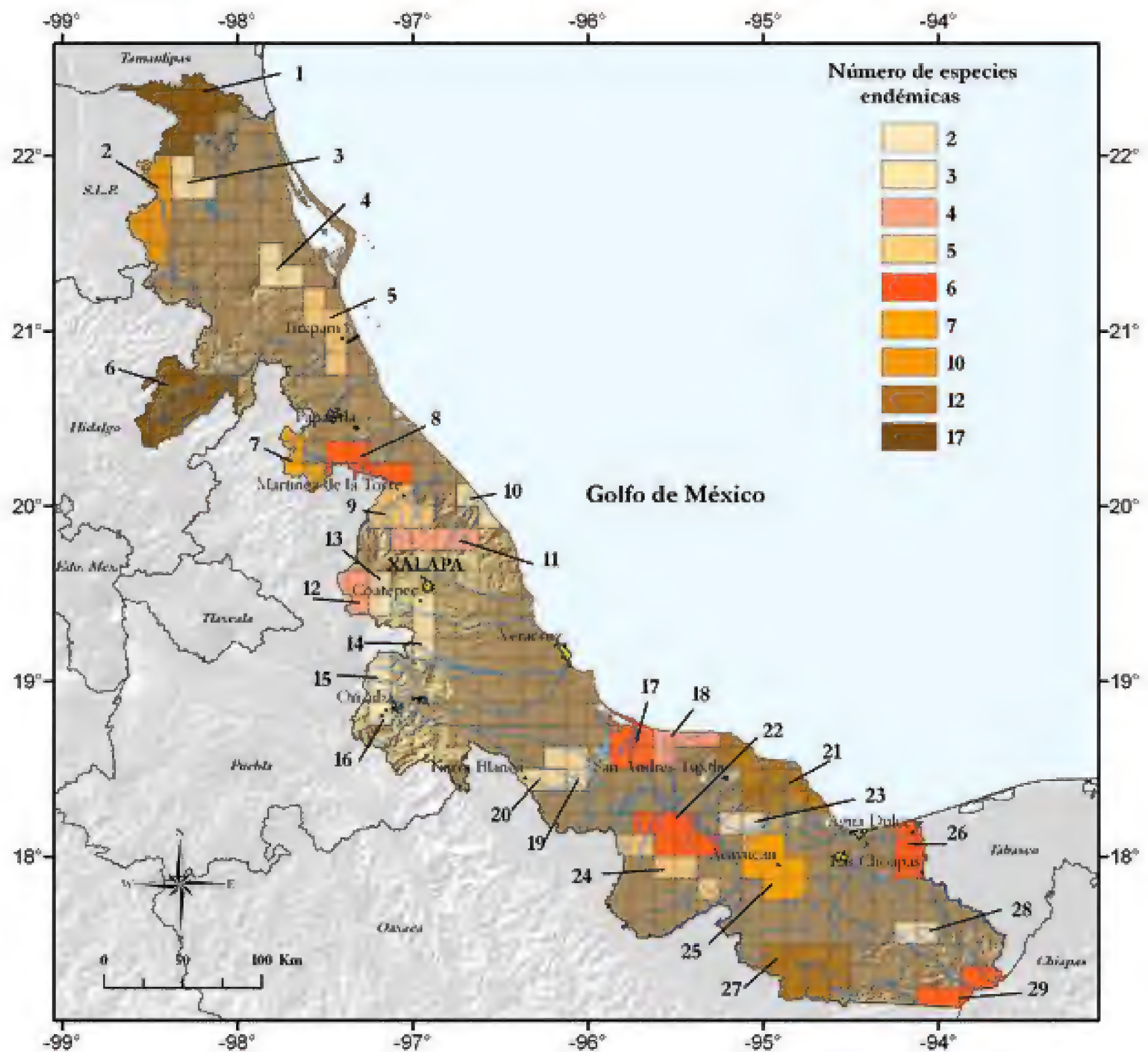


FIGURA 2. Áreas de endemismo para los reptiles de Veracruz.

CUADRO 1. Descripción de las áreas de endemismo (AE) de la herpetofauna de Veracruz encontradas mediante análisis de parsimonia de endemismos.

ID	AE HERPETOFAUNA	AE ANF.	AE REP.	CIUDADES IMPORTANTES (+ DE 5 MIL HAB.)	RIQUEZA	ENDEMISMO	PORCENTAJE VEGETACIÓN ALTERADO	AMENAZAS	VULNERABILIDAD
1	Noroeste de Veracruz	1	1	Ninguna, abarca la parte noroeste del Pánuco	18A, 61R	3A, 5R	68.05%	Baja densidad de carreteras. Es el paso que conecta a SLP con Tamaulipas. Tiene 184.71 hab./km ²	Media
2	Tempoal	2	2, 3	Tempoal de Sánchez, ubicada al sur del área 1	21A, 66R	4A, 11R	70.81%	Pocas carreteras, la principal conecta Pachuca con Tampico. La densidad poblacional es 304 hab./km ²	Media
3	Naranjos		4	Naranjos y Chinampa de Gorostiza	19A, 56R	4A, 7R	78.67%	Ubicada en la planicie costera, la principal carretera conecta Tuxpam con Tampico, tiene 1 118.53 hab./km ²	Media
4	Tuxpan		5	Tuxpan de Rodríguez y Alto Lucero	19A, 60R	4, 7R	84.75%	Zona con alto crecimiento económico y poblacional. Cuya densidad poblacional es 1 453.05 hab./km ²	Alta
5	Chincotepec-Ixhuatlán	7	6	Ninguna, casi toda el área se encuentra en la Sierra Madre Oriental (SMO)	42A, 89R	21A, 33R	52.24%	Pocas carreteras, todas ellas secundarias. La densidad poblacional es 624.17 hab./km ²	Media
6	Filomeno Mata-Coyutla		7	Filomeno Mata y Coyutla	20A, 64R	14A, 15R	91.99%	Existen sólo carreteras federales. La densidad poblacional es 1 281.32 hab./km ²	Alta
7	Agua Dulce		8	Agua Dulce, en el municipio de Papantla	20A, 61R	6A, 11R	97.01%	Misma situación que la anterior. Sin embargo, cuenta con una densidad poblacional de 734.91 hab./km ²	Alta
8	Tlapacoyan	8	9	Martínez de la Torre y Tlapacoyan, ubicada en la ladera norte de la SMO	28A, 62R	13A, 12R	97.03%	Una única autopista que conecta Teziutlán con Tlapacoyan. La densidad poblacional es 2 083.88 hab./km ²	Alta
9	Vega de la Torre	9	10	Vega de la Torre-Emilio Carranza	19A, 55R	4A, 8R	88.85%	Carretera costera que conecta Poza Rica con Veracruz. Con densidad poblacional media de 637.24 hab./km ²	Alta
10	Xico-Altotonga	11,10		Altotonga, Xico, Jalacingo y Las Vigas de Ramírez, en la SMO	61A, 115R	32A, 39R	59.85%	Pocas carreteras secundarias con una principal que conecta Altotonga con Perote. La densidad poblacional es 1 263.02 hab./km ²	Media
11	Yecuatla-Tenochtitlán	10	11	Ninguna, ubicada en las laderas de la SMO	35, 83R	15A, 23R	60.15%	Sólo carreteras secundarias. Tiene una densidad poblacional media de 749.69 hab/km ²	Media
12	Palma Sola			Ninguna, en la costa del Golfo	28, 66R	6A, 10R	76.25%	Una sola carretera principal que conecta Cardel con Papantla. La densidad poblacional es baja de 273.23 hab./km ²	Media
13	Rinconada			Rinconada, se encuentra en la planicie central del estado	37A, 89R	10A, 17R	63.20%	Zona muy transitada con la autopista que conecta Cardel con Xalapa. La densidad poblacional es 522.05 hab/km ²	Media
14	Soledad de Doblado			Soledad de Doblado, en la planicie central del estado	30A, 78R	6A, 10R	75.62%	Sólo carreteras secundarias. Tiene una densidad poblacional media de 771.52 hab/km ²	Media
15	Los Robles y Tlalixcoyan	16		Ninguna, se ubica al este del área 14	27A, 79R	3A, 5R	55.19%	Únicamente carreteras secundarias. La densidad poblacional es 418.06 hab./km ²	Media

16	Orizaba-Ixtaczoquitlán	13		Orizaba, en el extremo este del Eje Volcánico	60A, 115R	31A, 42R	54.56%	Zona muy transitada. Está la autopista Orizaba-Córdoba. Es una zona muy poblada con una densidad poblacional de 5561.18 hab./km ²	Alta
17	Córdoba-Fortín	13		Córdoba y Fortín de las Flores, al este del área anterior, se ubica en el Eje.	57A, 115R	26A, 36R	82.78%.	Al igual que la anterior es una zona muy transitada por la autopista Orizaba-Córdoba La densidad poblacional es 7 134.14 hab./km ²	Alta
18	Río Blanco-Ciudad Mendoza	14, 17, 18	16	Río Blanco y Ciudad Mendoza también se encuentra en la formación del Eje	62A, 126R	29A, 48R	38.88%	Ubicada al sur de la anterior, abarca el parque nacional Cañón del Río Blanco. La densidad poblacional es 2069.77 hab./km ²	Media*
19	Alvarado	19	17	Alvarado, rodea a la laguna con el mismo nombre.	20A, 62R	3A, 4R	52.79%	Pese a la poca densidad poblacional de la zona, 673.90 hab./km ² , es una zona muy transitada.	Media
20	Tierra Blanca	20	20	Tierra Blanca, está colindando con Oaxaca en la planicie veracruzana.	29A, 82R	3A, 11R	99.23%	Una sola carretera principal que conecta Tierra Blanca con Córdoba pero es muy transitada. La densidad poblacional es 976.43 hab./km ²	Alta
21	Los Tuxtlas	23	18, 21	Catemaco, es una de las áreas más grandes, abarca los Volcanes de San Martín y Santa Marta.	39A, 107R	11A, 18R	35.39%	Comprende a las Reservas Especiales de la Biosfera Volcán San Martín y Sierra de Santa Marta. La densidad poblacional es 582.50 hab./km ²	Baja
22	San Andrés Tuxtla	21		San Andrés y Santiago Tuxtla.	39A, 111R	10A, 15R	90.06%	Pese a que no existen autopistas es una zona muy transitada, por ser el paso a Catemaco. Cuenta con 2 731.77 hab./km ²	Alta
23	Tres Valles			Tres Valles, se encuentra al sur de la zona 20.	26A, 70R	5A, 5R	99.40%	No cuenta con muchas carreteras pero ha sido una zona muy transitada ubicada al sur de Tierra Blanca. Tiene 1091.79 hab./km ²	Alta
24	Isla	21	22	Isla, se encuentra al centro-sur de la planicie veracruzana.	28A, 81R	4A, 5R	91.25%	Se encuentran las carreteras que conectan Acayucan-Tuxtepec y San Andrés Tuxtla-Playa Vicente, ambas transitadas. Tiene 462.15 hab./km ²	Alta
25	Mecayapan	23		Tatahuicapan y Mecayapan, se encuentra al sur de Los Tuxtlas	35A, 99R	6A, 12R	47.34%	Sólo hay carreteras secundarias. La densidad poblacional de la zona es 1 057.80 hab./km ²	Media
26	Acayucan	24	25	Acayucan, al sur de la zona 25, ubicado en la planicie central.	31A, 91R	5A, 12R	92.49%	Una zona muy transitada, es la convergencia de varias carreteras. La densidad poblacional es 1 809.35 hab./km ²	Alta
27	Playa Vicente			Playa Vicente, localizada al suroeste del área 23, colinda con el estado de Oaxaca.	30A, 66R	7A, 3R	70.67%	Cuenta con dos carreteras principales con una densidad poblacional de 326.53 hab./km ²	Media
28	Agua Dulce	28	26	Agua Dulce y Cuichapa, ubicada al extremo este del estado hasta la Laguna de Mezcalapa	23A, 66R	2A, 3R	76.28	Dos autopistas muy transitadas por ser el paso a Villahermosa y a Chiapas. Tiene una densidad poblacional media 914.60 hab./km ²	Media
29	Nanchital	30	28	Ninguna, se encuentra en el sureste de la planicie veracruzana.	17A, 52R	3A, 3R	76.28%	Casi no existen carreteras. La densidad poblacional es baja, 131.49 hab./km ²	Media
30	Solosúchil	31	27	Ninguna, ubicada en la frontera con Oaxaca.	23A, 58R	6A, 8R	74.38%	La atraviesa la carretera que conecta Acayucan-Juchitán. Tiene 166.04 hab./km ²	Media
31	Las Playas			Ninguna, está en la frontera con Villahermosa.	17A, 53R	2A, 2R	57.37%	Pasa la autopista que une a Coatzacoalcos-Tuxtla Gutiérrez. Tiene 89.95 hab./km ²	Media
32	La Chinantla		27	Ninguna, ubicada al sureste de la planicie veracruzana.	17A, 35R	3A, 4R	12.30%	Existen pocas carreteras secundarias. La densidad poblacional es 209.16 hab./km ²	Baja
33	Las Choapas	32	29	Ninguna, abarca gran parte del municipio de Las Choapas.	30A, 80R	4A, 6R	5.22%	Cuenta con dos carreteras secundarias. Tiene una densidad poblacional de 44.73 hab./kkm ²	Baja

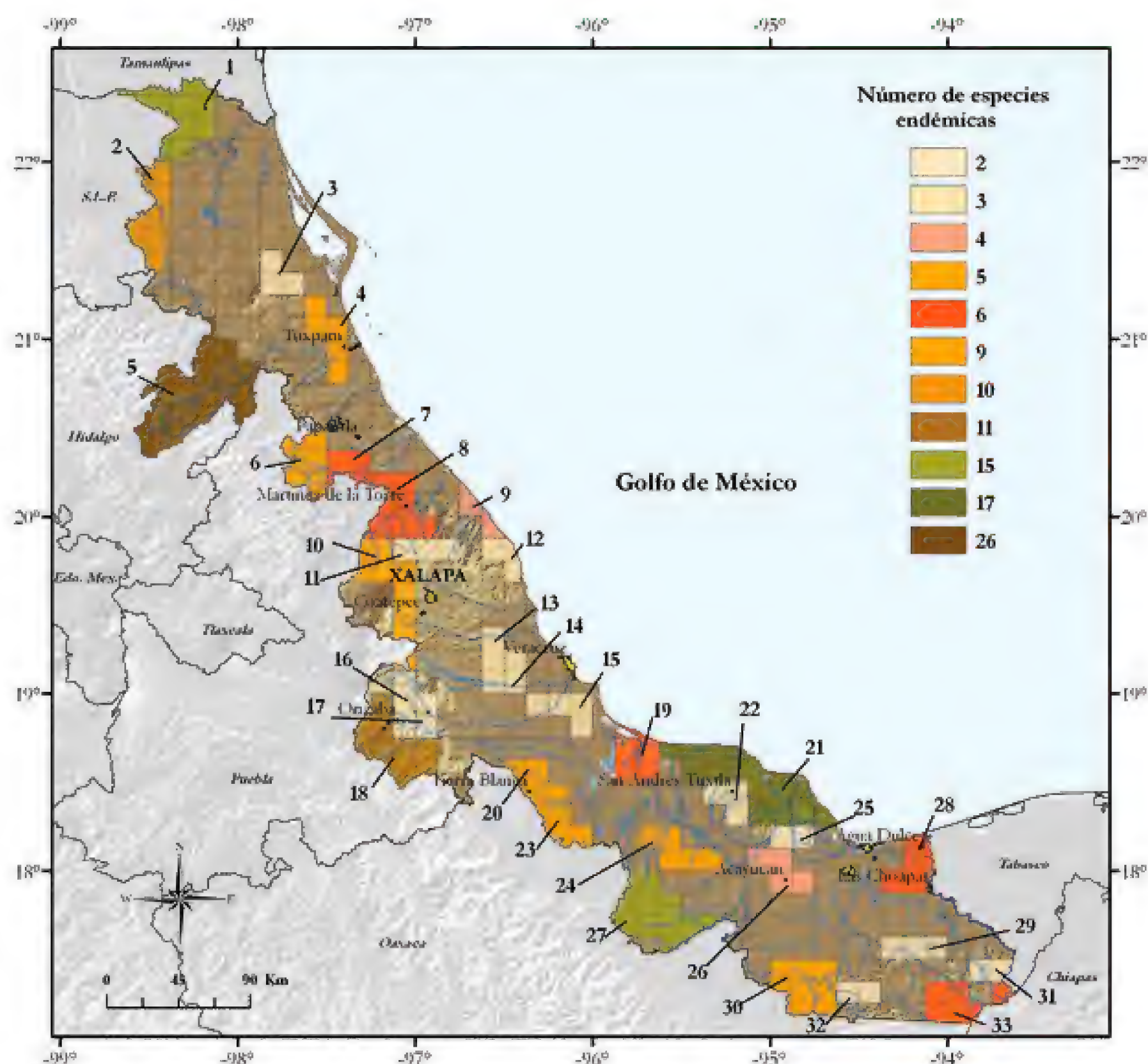


FIGURA 3. Áreas de endemismo para la herpetofauna de Veracruz.

DISCUSIÓN

La gran mayoría de las áreas de endemismo fueron encontradas alrededor de los límites del estado, tanto colindando con otros estados como en zonas costeras. Las áreas de endemismo encontradas en las orillas del estado resultan en el análisis porque se

cortan áreas de distribución más grandes debido a que las especies no respetan límites geopolíticos sino que se encuentran asociadas a barreras naturales, como estructuras geomorfológicas. Como consecuencia de esto los límites de los macizos montañosos resultaron agrupados.

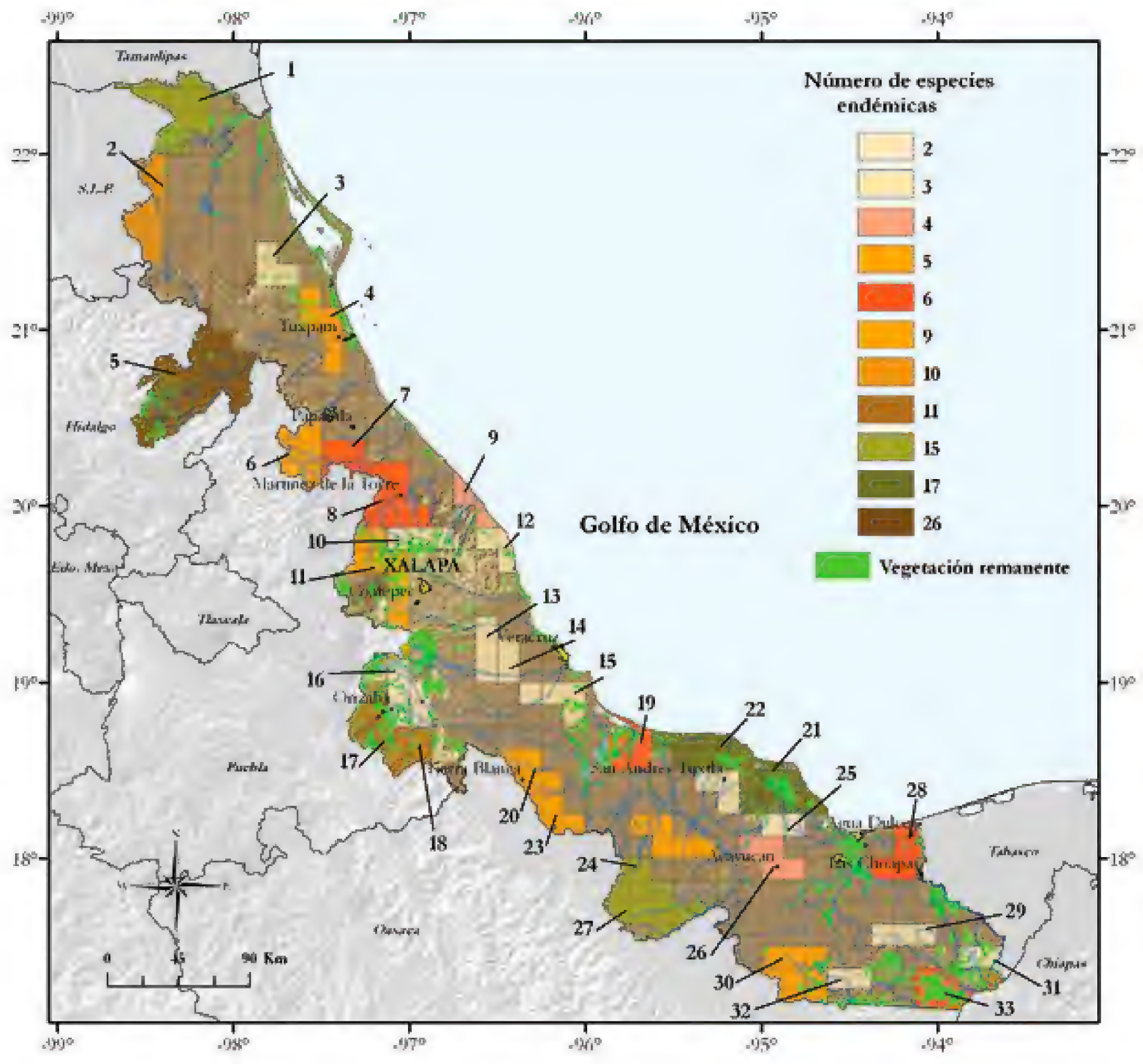


FIGURA 4. Áreas de endemismo para la herpetofauna de Veracruz con el mapa de uso de suelo y vegetación, las áreas negras corresponden a la vegetación remanente y las áreas blancas son todas las tierras dedicadas al manejo agrícola y forestal.

Los resultados muestran que existen una gran cantidad de áreas de endemismo en el estado, resultados que no se encontraron por los mismos autores en 2006 al hacer un análisis similar a nivel de país (Ochoa Ochoa y Flores Villela, 2006), esto se debe a la escala con la que se llevaron a cabo los presentes análisis y a la información básica que se utilizó. Es

decir, en este trabajo utilizamos modelos de áreas de distribución, los cuales representan áreas continuas sobre la superficie geográfica. En cambio, en el trabajo mencionado se utilizaron datos puntuales de recolecta. Por otro lado, se ha visto que para llevar a cabo un análisis preciso, es necesario tener en cuenta la percepción que los organismos tienen de

su ambiente para definir la escala de análisis, que depende también del objetivo del trabajo (Rodríguez y Vázquez-Domínguez, 2003), ya que si no se elige una escala adecuada se pueden ocultar o difuminar los patrones que se están buscando. Un octavo de grado es la escala mínima adecuada que nos da robustez, utilizando modelos de predicción que tienen una resolución de 1 km² (Ochoa-Ochoa, 2006).

Cabe mencionar que los resultados obtenidos son el producto de un análisis con datos históricos (riquezas de especies acumuladas en el tiempo, es decir, por diferentes eventos de recolecta en un lapso de tiempo grande). Es muy probable que el número de especies en cada zona haya cambiado por la dinámica misma de las comunidades asociada a la pérdida de cobertura vegetal original, lo cual lleva a una disminución del espacio habitable disponible para cada especie. Por lo anterior, existe la posibilidad de que las áreas de endemismo que estamos encontrando, muy probablemente sean “históricas” más que “actuales”, en el sentido de que muchas de las especies cuya presencia determina que queden unidas ciertas áreas en el análisis, tal vez ya no se encuentran en donde fueron registradas con anterioridad. Tal es el caso de 17 áreas, en donde, de acuerdo a nuestros datos, ha desaparecido el 75 % o más de su cobertura de vegetación original. Este tipo de áreas representan el 51 % de las 33 áreas seleccionadas en este análisis.

De todas las áreas encontradas por el análisis, sólo tres poseen porcentajes de cobertura vegetal que, de acuerdo con la cartografía, tienen 60 % o más de la vegetación original: Río Blanco-Ciudad Mendoza (61 % de su vegetación conservada), Los Tuxtlas (64 %), La Chinantla (87 %) y Las Choapas (94 %). Todas estas áreas están ubicadas del centro del estado hacia el sur. De éstas sólo dos caen en Áreas Naturales Protegidas (ANP's); Los Tuxtlas, la cual abarca la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas e incluye a la Estación de Biología Tropical de Los Tuxtlas de la UNAM. La otra es el Parque

Nacional Cañón de Río Blanco. Dos ANP's más tienen sus límites colindantes con dos de las áreas de endemismo encontradas en este estudio, son los parques nacionales, Cofre de Perote y Pico de Orizaba. El conocimiento de la herpetofauna de la región de Los Tuxtlas nos permite afirmar que es una zona con alto endemismo (Vogt *et al.*, 1997) y con una gran riqueza biológica (véase González Soriano *et al.*, 1997).

Está bien documentado que los anfibios y los reptiles, especialmente los primeros, son vulnerables a la fragmentación debido al cambio de uso de suelo, contaminación, introducción de especies exóticas, entre otros factores (Pough *et al.*, 1998; Price *et al.*, 2000; Gibbons *et al.*, 2000). Además, estos factores pueden actuar de manera sinérgica con el cambio climático global, lo cual podría ocasionar la extinción local de muchas poblaciones, poner en peligro la viabilidad de las poblaciones, con su consecuente desaparición (Jiang y Morin, 2004). Para poder sugerir el establecimiento de áreas protegidas en zonas poco perturbadas, sería necesario documentar la existencia de las especies clave a proteger adecuadamente y poder proponer medidas de conservación. Además, es absolutamente imprescindible hacer inventarios y monitoreos de las especies, registrando las que no se encuentran (y que deberían estar) en localidades que tienen alto endemismo y riqueza histórica, como las que se han encontrado en el presente análisis. Incluso en las áreas de baja y media vulnerabilidad para poder establecer su viabilidad y su estatus en la conservación en el largo plazo.

Desafortunadamente no existen para el estado, ni para México, estudios de monitoreo que nos permitan conocer el estado actual de las poblaciones silvestres. Tampoco existen estudios sobre la dinámica de las comunidades de anfibios y reptiles en las zonas fragmentadas. Algunos estudios como los de Urbina-Cardona y Reynoso (2005); Pineda y Halfter (2004, 2005) y Pineda *et al.* (2005a, 2005b) se han enfocado en los cambios de diversidad de espe-

cies en ambientes fragmentados y perturbados en periodos cortos de tiempo. Tampoco se han realizado investigaciones que determinen los tamaños mínimos de población, ni el área mínima necesaria para que una población perdure en el tiempo, como los realizados por Shaffer (1981), por Reed y Bryant (2000), en los que se predice la extinción de especies por cambios en los tamaños de población debidos a factores de alteración del ambiente en el que viven. La falta de información y estudios de este tipo nos limita a hacer inferencias, con base en la proporción del área deforestada y/o a la cercanía con las ciudades grandes, sobre la permanencia en el tiempo de estos organismos en ambientes fragmentados. Por lo anterior, no es posible hacer aseveraciones exactas sobre la “salud” de las poblaciones que se encuentran dentro de las áreas de endemismo encontradas.

Es importante resaltar que las poblaciones y las comunidades son dinámicas en el tiempo, pues el ambiente es cambiante (Holmes *et al.*, 1986; Goman y Byrme, 1998; Ferrari *et al.*, 1999), esto implica que las áreas de endemismo también pueden cambiar (no necesariamente al mismo ritmo). Sin embargo, si las especies no pueden satisfacer sus requerimientos ecológicos en una continuidad de ambientes, es decir, seguir a su nicho en tiempos ecológicos, la vulnerabilidad de las áreas ricas en especies con áreas de distribución restringidas alcanza niveles críticos, pudiendo ocasionar extinciones masivas de poblaciones en el corto plazo. Lo anterior ocurre en la mayoría de las áreas identificadas en este trabajo, con excepción de aquellas alejadas de vías de comunicación o que comprenden un área natural protegida.

Es necesario enfatizar que además de la riqueza y el endemismo, a la hora de seleccionar sitios prioritarios o importantes para la conservación, es de vital importancia tomar en cuenta aspectos como tamaño poblacional, integridad del ecosistema y factores de degradación en el largo plazo (contaminación, tasa de deforestación, cercanía a zonas de desarrollo urbano), la disponibilidad de informa-

ción biológica y la viabilidad, política y económica, de la protección del área (Peterson y Watson, 1998). Sin embargo, estamos en una época de generación de información y es importante realizar investigaciones sobre estos aspectos que nos permitan generar estrategias y planes de manejo y conservación sólidos con las bases teóricas y datos robustos. En este sentido, podemos concluir que las dos áreas que mayor potencial tienen para ser decretadas como ANP's, son Las Choapas y La Chinantla. Esto implicaría la solución inmediata de los problemas de tenencia de la tierra y conflictos entre los pobladores, así como ofrecer alternativas sustentables de crecimiento a los pobladores de esas regiones que permita disminuir la presión sobre estas áreas.

CONCLUSIONES

El estado de Veracruz tiene muchas zonas biológicamente importantes en donde habita una gran cantidad de especies endémicas de anfibios y reptiles. Desafortunadamente, la mayoría de estas áreas presentan una alta vulnerabilidad, debido a que presenta pérdida de su cobertura vegetal mayor al 75 %, tendencias de crecimiento poblacional elevado y, por lo tanto, altas amenazas de una fragmentación mayor.

Es importante resaltar que las zonas en las que existen áreas naturales protegidas, la deforestación es más baja que en aquellas donde no existe ningún tipo de protección. Por lo cual, una estrategia de conservación sería la de impulsar la creación de reservas o parques naturales y corredores biológicos que den paso a la interconexión entre áreas, que permitan la variabilidad genética de las especies, de la cual depende, en gran medida la persistencia de las mismas. En los resultados de este análisis se identificaron dos zonas: La Chinantla y Las Choapas, con un gran potencial de conservación, no sólo de anfibios y reptiles, sino seguramente de otros grupos de organismos.

AGRADECIMIENTOS. A todos los curadores de las colecciones participantes, en especial a John Campbell por facilitar la obtención de la información. A Uri García, Luis Canseco y Maru Correa por su participación en el proceso de depuración de la base de datos.

LITERATURA CITADA

- AMPHIBIAWEB: Information on amphibian biology and conservation. 2006. Berkeley, California: Amphibia-Web. Available: (<http://amphibiaweb.org/>).
- ARITA, H., J. Christen, P. Rodríguez y J. Soberón, *Patterns of species richness and range size: mathematical and biological constraints*, manuscrito 32 pp.
- AZOVSKY, A.I., 2000, Concept of the scale in marine ecology: linking the words of the worlds, *Web Ecology* 1: 28-34.
- , 2002, Size dependent species-area relationships in benthos: is the world more diverse for microbes?, *Ecography* 25: 273-282.
- CEBALLOS, G., P.R. Ehrlich, J. Soberón, I. Salazar y J.P. Fay, 2005, Global mammal conservation: What must we manage, *Science* 309: 603-607.
- FERRARI, L., M. López Martínez, G. Aguirre-Díaz y G. Carrasco Núñez, 1999, Space-time patterns of Cenozoic arc volcanism in central Mexico: From the Sierra Madre Occidental to the Mexican Volcanic Belt, *Geology* 27(4): 303-306.
- FLORES-VILLELA, O.A., 1993, Herpetofauna of México: Distribution and Endemism, en T.P. Rammamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.), *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*, Oxford University Press, Nueva York, pp. 253-281.
- , (en preparación), Historia de las recolectas herpetológicas en Veracruz, en G. Aguirre León, M.A. de la Torre Loranca, F. Mendoza Quijano y O. Flores Villela (eds.), *Herpetofauna de Veracruz*. Instituto de Ecología, Xalapa, Veracruz, manuscrito 33 pp.
- FLORES-VILLELA, O., H.M. Smith y D. Chiszar, 2004, The history of herpetological exploration in Mexico, *Bonner Zoologische Beiträge* 52(3/4):311-335.
- FLORES-VILLELA, O.A. y L. Canseco-Márquez, 2004, Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México, *Acta Zoológica Mexicana* 20(2): 115-144.
- , (en preparación), *Lista de las especies de anfibios y reptiles de México*.
- FROST, D.R., 2004, *Amphibian Species of the World: an Online Reference*, Version 3.0 (22 August, 2004). Electronic Database accessible at (<http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>), American Museum of Natural History, Nueva York, EUA.
- GASTON, K.J., 1996, Species-range-size distributions: patterns, mechanisms and implications, *TREE* 11(5): 197-201
- GIBBONS, J.W., D.E. Scott, T.J. Rya N., K.A. Buhlmann, T.D. Tuberville, B.S. Metts, J.L. Greene, T. Mills, Y. Leiden, S. Poppy y C.T. Winne, 2000, The Global Decline of Reptiles, Déjà Vu Amphibians, *BioScience* 50(8): 653-665.
- GOMAN, M. y R. Byrne, 1998, A-5000 year record of agriculture and tropical clearance forest in the Tuxtlas, Veracruz, México, *The Holocene* 8: 83-89p.
- GONZÁLEZ SORIANO, E.R. Dirzo y R.C. Vogt, 1997, *Historia Natural de Los Tuxtlas*, UNAM/Conabio, México, 647 pp.
- HALL, E.R., 1981, *The Mammals of North America*, John Wiley & Sons Inc., vols. I y II, Nueva York, 1 175 pp.
- HAROLD, A.S. y R.D. Mooi, 1994, Areas of endemism: definition and recognition criteria, *Systematic Biology* 43:261-266.
- HOLMES, R.T., T.W. Sherry y F.W. Sturges, 1986, Bird Community Dynamics in a Temperate Deciduous Forest: Long-Term Trends at Hubbard Brook, *Ecological Monographs* 56 (3): 201-220.
- HUMPHREIES, C.J. y R.L. Parenti, 1999, *Cladistic biogeography*, Oxford University Press, Oxford.
- JETZ, W., C. Rahbek y R.K. Colwell, 2004, The coincidence of rarity and richness and the potential signa-

- ture of history in centres of endemism, *Ecology Letters* 7: 1 180-1 191.
- JIANG, L. y P.J. Morin, 2004, Temperature-dependent interactions explain unexpected responses to environmental warming in communities of competitors, *Journal of Animal Ecology* 73: 569-576.
- KOLEFF, P., J. Soberón, H. Arita, P. Dávila, O. Flores, J. Golubov, G. Halffter, A. Lira, F. Mandujano, M. del C. Mandujano, C.E. Moreno, E. Moreno, M. Munguía, M. Murguía, A. Navarro, O. Téllez, L. Ochoa, T. Peterson, P. Rodríguez. Capítulo 12. Segundo Estudio de País. En preparación.
- LAMOREUX J.F., J.C. Morrison, T.H. Ricketts, D.M. Olson, E. Dinerstein, M.W. McKnight y H.H. Shugart, 2006, Global tests of biodiversity concordance and the importance of endemism, *Nature* 440: 212-214.
- LEVIN, S.A., 2000, Multiple scales and maintenance of biodiversity, *Ecosystems* 3: 498-506.
- LINDER, H.P., 2001, On areas of endemism, with example from the African Reistonaceae, *Systematic Biology* 50(6): 892-912.
- LOMOLINO, M., Riddle, B. y J.H. Brown, 2006, *Biogeography*, Third Edition, Sinauer Associates Inc., Publishers Sunderland Massachusetts, 845 pp.
- MORRONE, J.J., 2001, *Sistemática, Biogeografía, Evolución los patrones de la Biodiversidad en espacio-tiempo*, Facultad de Ciencias, UNAM.
- MORRONE, J.J., Espinoza-Organista, D. y J. Llorente, 2002, Mexican Biogeographic Provinces: Preliminary scheme, general characterizations, and synonyms, *Acta Zoológica Mexicana* 85: 83-108.
- OCHOA-OCHOA, L. y O. Flores-Villela, 2006, *Áreas de diversidad y endemismo de la herpetofauna mexicana*, UNAM/Conabio, México, 211 pp.
- OCHOA-OCHOA, L., 2006, *Patrones de la diversidad de la herpetofauna mexicana*, tesis de maestría, UNAM.
- ORME, C.D.L., Davies, R.G., Burgess, M., Eigenbrod, F., N. Pickup, V.A. Olson, A.J. Webster, T.S. Ding, P.C. Rasmussen, R.S. Ridgely, A.J. Stattersfield, P.M. Bennett, T.M. Blackburn, K.J. Gaston, y I.P.F. Owens, 2005, Global hotspots of species richness are not congruent with endemism or threat, *Nature* 436: 1016-1019.
- PATTERSON, B.D., 1987, The principle of nested subsets and its implication for biological conservation, *Conservation Biology* 1:323-334.
- PETERSON, T. y D.M. Watson, 1998, Problem with areal definitions of endemism: the effects of spatial scaling, *Diversity and Distributions* 4: 189-194.
- PINEDA, E., y G. Halfter, 2004, Species diversity and habitat fragmentation: frogs in a tropical montane landscape in Mexico, *Biological Conservation* 117: 499-508.
- , 2005, Relaciones entre la fragmentación del bosque de niebla y la diversidad de ranas en un paisaje de montaña de México, en G. Halffter, J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (eds.), *Sobre Diversidad Biológica: El Significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma*, Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza, capítulo 13, pp. 165-176.
- PINEDA, E., C.E. Moreno, F. Escobar y G. Halfter, 2005a, Frog, bat and dune beetle diversity in the cloud forest and coffee agroecosystems of Veracruz, México, *Conservation Biology* 19: 400-410.
- , 2005b, Transformación del bosque de niebla en agroecosistemas cafetaleros: cambios en las diversidades alfa, beta y gamma de tres grupos faunísticos, en G. Halffter, J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (eds.), *Sobre Diversidad Biológica: El Significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma*, Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza, capítulo 14 pp. 177-190.
- POUGH, F.H., R.M. Andrews, J.E. Cadle, M.L. Crump, A.H. Savitzky y K.D. Wells, 1998, *Herpetology*, New Jersey, Prentice-Hall.
- PRICE, J.T., T.L. Root, K.R. Hall, G. Masters, L. Currar, W. Fraser, M. Hutchins y N. Myers, 2000, *Climate Change Wildlife and Ecosystems* Disponible en línea (<http://www.usgrcrp.gov/ipcc/html/ecosystem.pdf>).

- RAHBEK, C., 2005, The role of spatial scale and the perception of large-scale species richness patterns, *Ecology Letters* 8: 224-239.
- REED, D.H. y E.H. Bryant, 2000, Experimental test of minimum viable population size, *Animal Conservation* 3(1): 1-7.
- RODRÍGUEZ, P. y E. Vázquez-Domínguez, 2003, Escalas y Diversidad de Especies, en J.J. Morrone y J. Llorente B. (eds.), *Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía*, Conabio/Facultad de Ciencias, UNAM, México, pp. 109-114.
- SANTOS, C., 2005, Parsimony analysis of endemism: time for an epitaph?, *Journal of Biogeography* (32):1284-1286 p
- SHAFFER, M.L., 1981, Minimum Population Sizes for Species Conservation, *BioScience* 31(2): 131-134.
- SOBERÓN, J., J. Llorente y L. Oñate, 2000, The use of specimen label databases for conservation purposes: An example using Mexican Papilionid and Pierid butterflies, *Biodiversity and Conservation* 9: 1441-1446.
- STOCKWELL, D.R.B. y D. Peters, 1999, The GARP Modelling System: problems and solutions to automated spatial prediction, *International Journal of Geographical Information Science* 13:2 143-158.
- TELLEZ, O., 2004, *Coberturas Climáticas para México*, UBIPRO, FES, Iztacala.
- UETZ, P., 2006, *The European Molecular Biology Laboratory (EMBL) reptile database*, (<http://www.embl-heidelberg.de/~uetz/LivingReptiles.html>).
- URBINA-CARDONA, N. y V.H. Reynoso, 2005, Recambio de anfibios y reptiles en el gradiente del potrero-borde-interior en Los Tuxtlas, Veracruz, México, en G. Halffter, J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (eds.), *Sobre Diversidad Biológica: El Significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gama*, Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza, cap. 15, pp. 191-204.
- VOGT, R.C., J.L. VILLAREAL-BENÍTEZ y G. Pérez-Higareda, 1997, Lista anotada de anfibios y reptiles, en E. Gonzalez-Soriano, R. Dirzo y R.C. Vogt, *Historia Natural de Los Tuxtlas*, UNAM/Conabio, México, pp. 507-522.

Aves: diversidad, distribución y conservación



Julio César Gallardo del Ángel
Sergio Humberto Aguilar Rodríguez

INTRODUCCIÓN

El estado de Veracruz es el onceavo en extensión territorial pero, junto con Chiapas y Oaxaca, es una de las entidades con mayor diversidad biológica del país (Silva-López, 1998). Su avifauna es, sin duda, una de las más diversas de México. Sin embargo, a pesar de que fue uno de los primeros estados donde se realizaron exploraciones ornitológicas en México la información que existe sobre las aves del estado es aún escasa (Alcántara, 1993). Existen diversas localidades bien conocidas y estudiadas, pero se observan vacíos en varias áreas del estado que no han recibido atención por parte de investigadores.

Las colectas científicas han disminuido considerablemente, y al comparar las localidades donde existe información y las áreas con vacío de ésta, se aprecia que no han cambiado mucho desde los años cincuenta (Lowery y Dalquest, 1951) hasta épocas recientes (Navarro *et al.*, 2003). Estos vacíos de información muchas veces se deben a que algunas áreas son de difícil acceso, las condiciones de trabajo

hostiles o simplemente que la información, aunque generada, no ha sido publicada.

Este trabajo pretende exponer un panorama general sobre la diversidad y conservación de aves veracruzanas, reunir la información generada a través de colectas científicas, así como compilar parte de la información publicada sobre las aves del estado y su distribución. Hasta el momento las revisiones bibliográficas junto con las taxonómicas más recientes arrojan un total de 717 especies de aves presentes en Veracruz, que ponen de manifiesto su gran diversidad y lo ubican dentro de los primeros lugares en riqueza avifaunística en el país.

COMPOSICIÓN TAXONÓMICA

El listado taxonómico presentado en este trabajo es el resultado de una compilación de registros publicados en trabajos regionales (Loestcher, 1941; Lowery y Dalquest, 1951; Loetscher, 1955; Coffey, 1960; Andrlé, 1966; Martínez Gómez, 1992;

Alcántara, 1993), algunos trabajos de localidades específicas (Sutton y Burleigh, 1940; Warner y Mengel, 1951; Andrieu, 1966, 1967; Ortiz-Pulido *et al.*, 1995; Cruz 1999; Montejo y Aguilar, 1999; Bojorges y López-Mata, 2005, 2006; Straub, 2007).

La avifauna de Veracruz se compone de 717 especies agrupadas en 22 órdenes, representados por 83 familias (apéndice VIII.44). Las familias con el mayor número de especies son: Tyrannidae (mosqueros y tiranos) con 64 especies (8.96 %), Parulidae (chipes) con 57 (7.98 %), Emberizidae (gorriones y zacatoneros) con 37 (5.18 %), Accipitridae (gavilanes y afines) con 37 especies cada una (5.18 %), Trochilidae (colibríes) con 34 (4.76 %), Anatidae (patos y gansos) y Scolopacidae (payeritos) con 27 cada una (3.78 %), Icteridae (tordos y bolseros) con 25 (3.5 %), Laridae (gaviotas y charranes) con 23 (3.22 %) y Columbidae (palomas y tórtolas) con 21 (2.94 %); estas familias representan el 49.28 % del total de las especies presentes en el estado (figura 1 y cuadro 1).

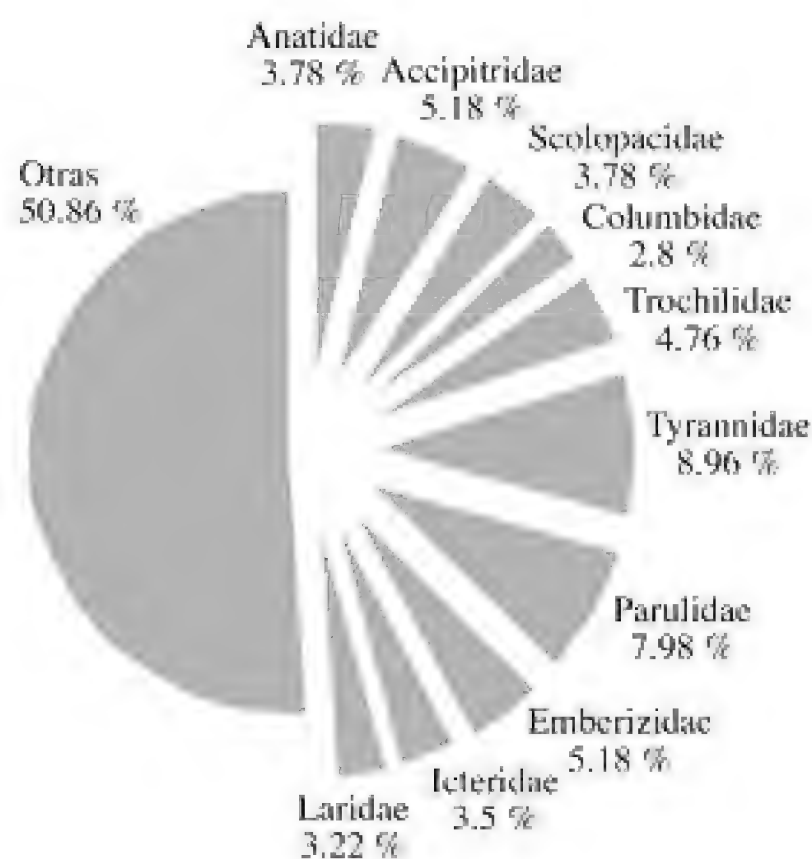


FIGURA 1. Distribución porcentual de las familias de aves mejor representadas a nivel de especie reportadas para el estado de Veracruz.

Las especies de aves hasta ahora reportadas para el estado, representan el 67.8 % de las 1 060 reportadas para México (Escalante *et al.*, 1993), siendo uno de los estados más diversos en aves, comparable con Chiapas con 714 (Rangel-Salazar *et al.*, 2005) y Oaxaca con 736 (Navarro *et al.*, 2004). La gran riqueza avifaunística del estado, puede ser explicada por la confluencia de varios límites biogeográficos, aunados a su complejidad orográfica, su amplia línea costera, elementos que crean un mosaico heterogéneo de paisajes y tipos de ecosistemas.

DISTRIBUCIÓN

En Veracruz confluyen cuatro provincias biogeográficas. La más extensa, cubriendo aproximadamente el 80 % de la superficie total del estado, es la del Golfo de México que abarca las zonas bajas de la Planicie Costera. En la parte central confluyen el sur de la provincia de la Sierra Madre Oriental, el norte de la Sierra Madre del Sur y el extremo oeste del Eje Neovolcánico Transversal (Morrone, 2001; Morrone, *et al.*, 2002; Morrone, 2005).

La primera es considerada como la región con mayor diversidad de aves de México, y para muchas especies neotropicales representa el límite más septentrional de su distribución (Escalante *et al.*, 1993). Por otro lado, las otras tres representan un área de marcado endemismo al albergar especies como la matraca barrada (*Campylorhynchus megalopterus*), la codorniz-coluda veracruzana (*Dendrortyx barbatus*) (figura 2) y mascarita transvolcánica (*Geothlypis speciosa*) cuya distribución en el estado se restringe exclusivamente a estas regiones (Statterfield *et al.*, 1998).

Con la finalidad de detectar algún modelo o patrón de distribución de las especies de aves en Veracruz, Alcántara (1993) analizó la presencia-ausencia de 389 especies de aves terrestres, consideradas como residentes reproductivas (que están presentes todo el año y se reproducen en el estado).

CUADRO 1. Familias taxonómicas, número de especies y su representación porcentual de las aves del estado de Veracruz.

FAMILIA	# ESPECIES (%)	NOMBRES COMUNES	FAMILIA	# ESPECIES (%)	NOMBRES COMUNES
Tinamidae	4 (0.56 %)	Tinamúes	Trogonidae	6 (0.84 %)	Trogones
Anatidae	27 (3.78 %)	Patos, gansos y pijijies	Momotidae	5 (0.7 %)	Momotos
Cracidae	3 (0.42 %)	Hocofaisanes, pavas y chachalacas	Alcedinidae	5 (0.7 %)	Martines pescadores
Phasianidae	1 (0.14 %)	Guajolote silvestre	Bucconidae	1 (0.14 %)	Bucos
Odontophoridae	6 (0.84 %)	Perdices y codornices	Galbulidae	1 (0.14 %)	Jacamar
Gaviidae	1 (0.14 %)	Colimbos	Ramphastidae	3 (0.42 %)	Tucanes y tucanetas
Podicipedidae	3 (0.42 %)	Zambullidores y somormujos	Picidae	13 (1.82 %)	Carpinteros y chupasavias
Procellariidae	1 (0.14 %)	Pardelas	Furnariidae	7 (0.98 %)	Breñeros y hojarasqueros
Hydrobatidae	1 (0.14 %)	Páíños	Dendrocolaptidae	11 (1.54 %)	Trepatroncos
Phaethontidae	1 (0.14 %)	Rabijuncos	Thamnophilidae	4 (0.56 %)	Batarás y hormigueros
Sulidae	3 (0.42 %)	Bobos	Formicariidae	2 (0.28 %)	Hormiguero-cholinos
Pelecanidae	2 (0.28 %)	Pelícanos	Tyrannidae	64 (8.96 %)	Mosqueros, tiranos y papamoscas
Phalacrocoracidae	2 (0.28 %)	Cormoranes	Cotingidae	1 (0.14 %)	Cotingas
Anhingidae	1 (0.14 %)	Anhinga	Pipridae	2 (0.28 %)	Manaquines
Fregatidae	1 (0.14 %)	Fragatas	Laniidae	1 (0.14 %)	Alcaudones
Ardeidae	16 (2.24 %)	Avetoros, garzas, garcetas y pedretes	Vireonidae	18 (2.52 %)	Vireos y vireones
Threskiornithidae	3 (0.42 %)	Íbices y espátulas	Corvidae	11 (1.54 %)	Charas y cuervos
Ciconiidae	2 (0.28 %)	Cigüeñas	Alaudidae	1 (0.14 %)	Alondra
Cathartidae	4 (0.56 %)	Zopilotes	Hirundinidae	10 (1.4 %)	Golondrinas
Phoenicopteridae	1 (0.14 %)	Flamenco	Paridae	3 (0.42 %)	Carboneros
Accipitridae	37 (5.18 %)	Gavilanes, milanos, águilas y aguilillas	Aegithalidae	1 (0.14 %)	Satrecillo
Falconidae	12 (1.68 %)	Halcones y caracaras	Sittidae	2 (0.28 %)	Sitas
Rallidae	12 (1.68 %)	Polluelas, rascones, gallareta y gallineta	Certhiidae	1 (0.14 %)	Trepador
Heliornithidae	1 (0.14 %)	Pájaro cantil	Troglodytidae	16 (2.24 %)	Matracas y chivirines
Aramidae	1 (0.14 %)	Carao	Cinclidae	1 (0.14 %)	Mirlo-acuático
Gruidae	1 (0.14 %)	Grullas	Regulidae	2 (0.28 %)	Reyezuelos
Burhinidae	1 (0.14 %)	Alcaraván	Sylviidae	3 (0.42 %)	Perlitas y soterillos
Charadriidae	8 (1.12 %)	Chorlos	Turdidae	18 (2.52 %)	Azulejos, clarines, zorzales y mirlos
Haematopodidae	1 (0.14 %)	Ostreros	Mimidae	7 (0.98 %)	Maulladores, centzontles y cuitlacoches
Recurvirostridae	2 (0.28 %)	Avocetas y candeleros	Sturnidae	1 (0.14 %)	Estornino
Jacanidae	1 (0.14 %)	Jacanas	Motacillidae	2 (0.28 %)	Bisbitas
Scolopacidae	27 (3.78 %)	Playeros, zarapitos, agachona y falaropos	Bombycillidae	1 (0.14 %)	Ampelis
Laridae	23 (3.22 %)	Charranes, gaviotas y salteadores	Ptilogonatidae	2 (0.28 %)	Capulineros
Columbidae	20 (2.8 %)	Palomas y tórtolas	Peucedramidae	1 (0.14 %)	Ocotero
Psittacidae	13 (1.82 %)	Guacamayas, loros y pericos	Parulidae	57 (7.98 %)	Chipes, parulas y mascaritas
Cuculidae	9 (1.26 %)	Cucos y garrapateros	Thraupidae	18 (2.52 %)	Tángaras, chinchineros y mieleros
Tytonidae	1 (0.14 %)	Lechuza de campanario	Emberizidae	37 (5.18 %)	Semilleros, gorrones y atlapetes
Strigidae	16 (2.24 %)	Búhos, mochuelos y tecolotes	Cardinalidae	17 (2.38 %)	Picureros, picogordos y cardenales
Caprimulgidae	9 (1.26 %)	Chotacabras y tapacaminos	Icteridae	25 (3.5 %)	Tordos, bolseros y oropéndolas
Nyctibiidae	1 (0.14 %)	Bienparados	Fringillidae	14 (1.96 %)	Eufonias, picotuerto, picogrueso y jilgeros
Apodidae	8 (1.12 %)	Vencejos	Passeridae	1 (0.14 %)	Gorrión doméstico
Trochilidae	34 (4.76 %)	Ermitaños, fandangueros y colibríes			



FIGURA 2. La perdiz coluda-veracruzana (*Dendrortyx barbatulus*) está limitada al bosque mesófilo de montaña, cuya distribución se encuentra fragmentada por las actividades humanas (Foto: Robert Straub, ejemplar en cautiverio).

Definió 11 regiones, en las cuales describe de manera general sus características ecológicas, así como la avifauna que las caracteriza. A continuación se describen, de manera general, únicamente aquellas regiones que cuentan con especies exclusivas o de distribución restringida en el estado con base en el trabajo anteriormente mencionado, donde se exponen sus afinidades y elementos exclusivos o únicos en lo que se refiere a la distribución de aves en el estado. La información de las descripciones está actualizada con nuevos registros, no publicados, hechos por los autores.

Región I

Aproximadamente de 21 500 km², abarca la región norte del estado, coincidiendo con la Llanura Costera Norte, con el 92 % del área por debajo de los 500 m de altitud. En esta región existen especies de distribución exclusiva, como el cuervo tamaulipeco (*Corvus imparatus*), el loro tamaulipeco (*Amazona viridigenalis*), la mascarita de Altamira (*Geothlypis*

flavovelata), el picogordo cuello rojo (*Rhodothraupis celaeno*), todas endémicas de México, ya que esta zona coincide también con el Área de Endemismos Planicie Costera Mexicana del Noreste (Stattersfield *et al.*, 1998). Al mismo tiempo se encuentran dos subespecies endémicas, el carpintero de ala dorada (*Piculus rubiginosus auruginosus*) (Howell y Webb, 1995), así como el vireo ojos blancos veracruzano (*Vireo gilvus perquicitor*), también exclusivo de esta zona (Loestcher, 1941), considerado como “amenazado” (NOM-059-SEMARNAT 2001). En los municipios de Ozuluama, Pánuco y Tempoal ubicados dentro de esta región, se encuentran lo que posiblemente sean las últimas poblaciones en el estado del guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo*), bien conocido por los locales y cazado con regularidad (observación personal).

Durante el invierno, en esta región se pueden encontrar varias especies de aves que encuentran su límite regular más sureño en la costa del Atlántico. Por ejemplo, el ganso canadiense (*Branta canadensis*), el ganso cascaredor (*Branta hutchinsii*), el cardenal pardo (*Cardinalis sinuatus*), la golondrina pueblera (*Petrochelidon fulva*) y la gaviota de Bonaparte (*Larus philadelphia*), entre otras (observación personal).

Región IV

Corresponde a la zona montañosa del centro-occidente del estado, con una superficie aproximada de 2 191 km², con el 53 % de su superficie por arriba de los 2 000 msnm. Coincide en gran parte con el Eje Neovolcánico, por ello se pueden encontrar especies exclusivas como la codorniz moctezuma (*Cyrtonyx montezumae*), el búho cara oscura (*Asio stygius*), el tecolote afilador (*Aegolius acadicus*), el cuilacoche manchado (*Toxostoma ocellatum*), el semillero pizarra (*Haplospiza rustica*) o el gorrión de Worthen (*Spizella wortheni*).

Región IX

Comprende la Sierra de Los Tuxtlas, abarcando un territorio de aproximadamente 3 494 km², con el 74 % de su superficie por debajo de los 500 msnm, pero con una altura máxima de 2 000 msnm. De acuerdo con la American Ornithologists' Union (AOU) (1997, 1998) se encuentran dos especies endémicas en la zona, la paloma-perdiz tuxtleña (*Geotrygon carrikeri*) y el fandanguero cola larga (*Campylopterus excellens*). De acuerdo con Winker (2000), en el área hay una subespecie endémica de tucaneta verde (*Aulacorhynchus prasinus warneri*); se ha mencionado también al atlapetes gorra castaña (*Buarremon brunneinucha apertus*) (Howell y Webb, 1995) y una subespecie el chinchinero común (*Chlorospingus ophthalmicus wetmorei*), distribuida exclusivamente en esta zona (Sánchez-González *et al.*, 2007).

Región X

Con 21 667 km² de extensión, ocupa la Llanura Costera del Sur o la región del sotavento, casi en su totalidad por debajo de los 500 m (97 %), se encuentran especies exclusivas, debido a su conectividad con Chiapas, Guatemala y el resto de Centroamérica. Las especies que se encuentran en esta región son el momoto pico quilla (*Electron carinatum*), el momoto ceja azul (*Eumomota superciliosa*), el hormiguero tirano (*Cercomacra tyrannina*), la tángara capuchadora (*Tangara larvata*) y el chivirín de Nava (*Hylorchilus navai*), que se encuentra restringido a la zona de roca caliza del Uxpanapa en el sur de esta región.

Región XI

Esta región se ubica en el extremo marginal de las montañas del centro, con una extensión de 1 033 km², con alturas entre 1 500 y 4 500 msnm. En esta región no se señalan especies exclusivas, sin

embargo, es el único lugar donde se ha reportado con regularidad el colibrí lucifer (*Calothorax lucifer*), el colibrí corona violeta (*Amazilia violiceps*) y el gorrión barba negra (*Spizella atrogularis*), especies que se comparten con la zona árida en los límites con el estado de Puebla.

Por otro lado, se ha propuesto también la regionalización de la zona costera del estado, de acuerdo con la afinidad de las avifaunas definidas por los componentes neártico y neotropical. De esto han resultando dos secciones, cuyo límite se encuentra en Tamiahua al norte del estado (Gallardo *et al.*, 2004). Esto con base en que la costa veracruzana se encuentra situada entre dos grandes regiones zoogeográficas, la Región Cálido Templada (Carolineana) y la Región Tropical (Caribeña) del Atlántico Occidental (Briggs, 1995). El trabajo anterior (Gallardo *et al.*, 2004) está basado en la ausencia y presencia de 117 especies de aves acuáticas, marinas y costeras en seis localidades, las cuales mostraron afinidades separándolas en dos grupos, al norte Pánuco y Tamiahua, Tuxpan, Tecolutla, el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) y el sistema lagunar de Alvarado (figura 3).

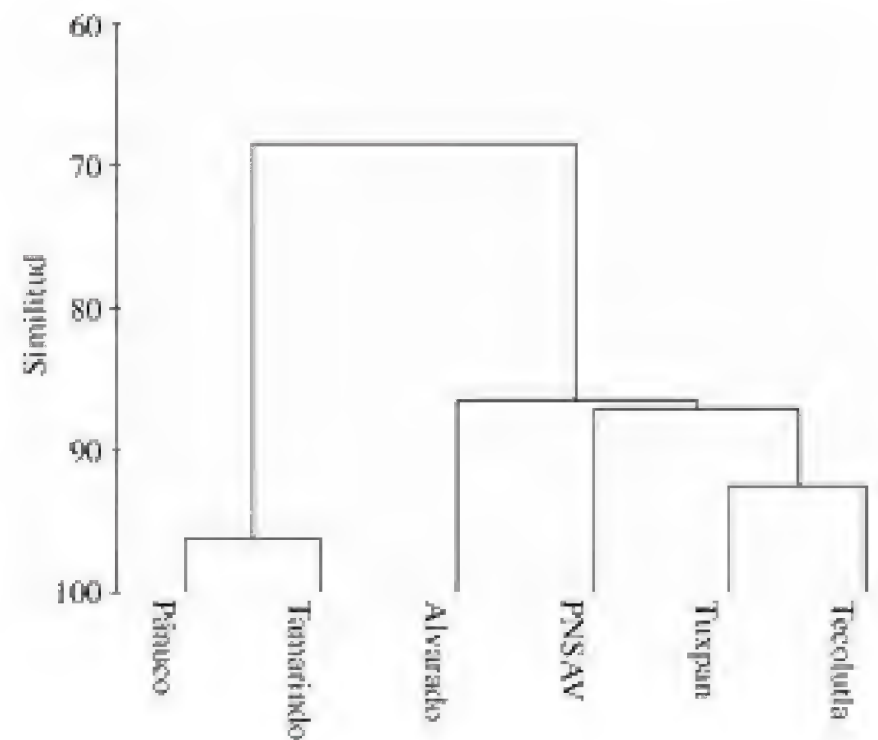


FIGURA 3. Dendrograma de similitud de seis localidades del estado de Veracruz de acuerdo a la distribución de aves acuáticas, marinas y costeras.

MIGRACIÓN Y ESTACIONALIDAD

Por su estacionalidad, las aves veracruzanas podrían definirse casi en su mayoría como residentes reproductivas, es decir, con poblaciones permanentes durante todo el año, ya que las especies bajo esta categoría representan el 62 % (440 spp.) del total, mientras que el 38 % restante está representado por especies cuya temporalidad es estacional o indeterminada (cuadro 2). La migración en el estado de Veracruz es un fenómeno que ha merecido la atención de varias generaciones de científicos y naturalistas (Loetscher, 1955; Coffey, 1960; Andrle, 1966). Lo anterior se debe a que en la Planicie Costera del Golfo confluyen las principales rutas migratorias de América del Norte, encontrándose con un pico de botella, mientras que concentra grandes números de aves migratorias en la parte central del estado, justo donde la Sierra Madre Oriental se une al Eje Neovolcánico Transversal.

Por más de diez años se han realizado conteos sistemáticos del flujo migratorio de las aves rapaces diurnas que pasan por el centro de Veracruz, estimando más de cuatro millones cada otoño (Ruelas *et al.*, 2000). Por ello se considera a este como el corredor migratorio más importante del mundo, por lo menos para este grupo de aves (Ruelas *et al.*, 2000; Zalles y Bildstein, 2000).

CUADRO 2. Número de especies y representación porcentual de acuerdo a la estacionalidad de las aves reportadas para el estado de Veracruz.

ESTACIONALIDAD	NO. DE ESPECIES	REPRESENTACIÓN
Residente reproductivo (Rr)	440	62 %
Visitantes de invierno (Vi)	131	18 %
Transitorios (Tr)	42	6 %
Indeterminado (In)	24	3 %
Residente reproductivo / Visitante de invierno (Rr/Vi)	38	5 %
Visitante de invierno / Transitorio (Vi/Tr)	24	3 %
No reproductivos (Nr)	11	2 %
Residente de verano (Rv)	9	1 %

ESPECIES ENDÉMICAS
Y ÁREAS DE ENDEMISMOS

En Veracruz se encuentran tres áreas de endemismos de aves (EBA's) de acuerdo con la Birdlife Internacional: la Planicie Costera Mexicana del Noreste, el sur de la Sierra Madre Oriental y Los Tuxtlas-Uxpanapa (Stattersfield *et al.*, 1998). En estas zonas se encuentra la mayoría de las 31 especies de aves endémicas a México que se hallan en el estado. Del grupo de especies de aves, el 15 % está bajo alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2001 (Semarnat, 2002). Esto es, 20 están consideradas en peligro de extinción, tres amenazadas y ocho bajo protección especial (cuadro 3). Asimismo, para la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) existen 12 especies con alguna categoría de amenaza, de las cuales cinco están en peligro de extinción, cuatro son vulnerables y tres están cerca de estar amenazadas.

En el caso de la perdiz coluda-veracruzana (*Dendrortyx barbatulus*), se realizó un proyecto de estudio y conservación (Aguilar-Rodríguez y Montano-Vázquez, 1999) con base en su ubicación como especie en peligro de extinción. Los datos aportados para las poblaciones de esta especie en su área de distribución fueron de utilidad para ubicar a la especie en un nivel más bajo de amenaza (Eitniear *et al.*, 2000; Aguilar-Rodríguez, 2000).

En la EBA de Los Tuxtlas-Uxpanapa, encontramos dos especies endémicas, la primera es la paloma-perdiz tuxtleña (*Geotrygon carrikeri*) que está restringida a los bosques húmedos de la Sierra de Los Tuxtlas, situados entre los 350 a los 1 000 msnm (Howell y Webb, 1995; AOU 1998; Howell, 1998). A principios de los años sesenta era una especie común en la zona (Andrle, 1967), pero ahora, con un área de distribución aproximada de 128 km² y una población estimada entre 250 y 999 individuos es considerada como “especie en peligro de extinción”, tanto por las leyes mexicanas (Semarnat, 2002), como por la IUCN (BirdLife Internacional, 2006b).

CUADRO 3.- Tabla sumaria de las especies de aves endémicas de México y su categoría de protección (Semarnat, 2002) presentes en el estado de Veracruz.

ESPECIE	NOMBRE EN ESPAÑOL	CATEGORÍA
<i>Dendrortyx barbatus</i>	Codorníz-coluda veracruzana	P
<i>Dendrortyx macroura</i>	Codorníz-coluda neovolcánica	Pr
<i>Geotrygon carrikeri</i>	Paloma-perdíz tuxtleña	P
<i>Rhynchopsitta pachyrhyncha</i>	Cotorra-serrana occidental	P
<i>Amazona viridigenalis</i>	Loro tamaulipeco	P
<i>Campylopterus excellens</i>	Fandanguero cola larga	Pr
<i>Doricha eliza</i>	Colibrí cola hendida	P
<i>Atthis beloisia</i>	Zumbador mexicano	—
<i>Picoides stricklandi</i>	Carpintero de Strickland	Pr
<i>Lepidocolaptes leucogaster</i>	Trepatroncos escarchado	—
<i>Vireo brevipennis</i>	Vireo pizarra	—
<i>Cyanolyca nana</i>	Chara enana	P
<i>Corvus imparatus</i>	Cuervo tamaulipeco	—
<i>Campylorhynchus megalopterus</i>	Matraca barrada	—
<i>Hylorchilus sumichrasti</i>	Chivirín de Sumichrast	A
<i>Hylorchilus navai</i>	Chivirín de Nava	P
<i>Catharus occidentalis</i>	Zorzal mexicano	—
<i>Ridgwayia pinicola</i>	Mirlo pinto	Pr
<i>Toxostoma ocellatum</i>	Cuitlacoche manchado	—
<i>Melanotis caerulescens</i>	Mulato azul	—
<i>Geothlypis flavovelata</i>	Mascarita de Altamira	A
<i>Geothlypis speciosa</i>	Mascarita transvolcánica	P
<i>Geothlypis nelsoni</i>	Mascarita matorralera	—
<i>Ergaticus ruber</i>	Chipe rojo	—
<i>Atlapetes pileatus</i>	Atlapetes gorra rufa	—
<i>Pipilo ocai</i>	Toquí de collar	—
<i>Aimophila mystacalis</i>	Zacatonero embridado	—
<i>Oriturus superciliosus</i>	Zacatonero rayado	—
<i>Spizella wortheni</i>	Gorrión de Worthen	A
<i>Rhodothraupis celaeno</i>	Picogordo cuello rojo	—
<i>Icterus abeillei</i>	Bolsero de espalda negra	—

A= amenazada; Pr= protección especial; P= en peligro de extinción.

La segunda es el fandanguero cola larga (*Campylopterus excellens*), exclusivo al sur del estado, distribuyéndose desde Los Tuxtlas hasta Uxpanapa, con algunos registros en Oaxaca y Chiapas, en los límites con Veracruz (Howell y Webb, 1995). Actualmente, se le considera como una especie “cercana de estar amenazada” por la IUCN (BirdLife Internacional, 2006a) y “bajo protección especial” por las leyes mexicanas (Semarnat, 2002); existe un gran vacío de información sobre esta ave. La principal amenaza para ambas especies es la rápida transformación del hábitat, ya que, de acuerdo con Dirzo y García (1992), en el Volcán de San Martín Tuxtla

se había perdido el 84 % de la cobertura boscosa para 1986, haciendo una predicción para el año 2000 de sólo quedaría el 8.7 % de la cobertura original, mencionando una tendencia similar de deforestación en la Sierra de Santa Marta.

Las especies endémicas de la EBA, la Planicie Costera Mexicana del Noreste, son el cuervo tamaulipeco (*Corvus imparatus*), el picogordo cuello rojo (*Rhodothraupis celaeno*), el loro tamaulipeco (*Amazona viridigenalis*) (figura 4) y la mascarita de Altamira (*Geothlypis flavovelata*), estas dos últimas bajo alguna categoría de protección por la IUCN (BirdLife internacional, 2006b) y por las leyes mexicanas (Semarnat, 2002).

El loro tamaulipeco ha sufrido una reducción considerable en el noreste de México, ya que se estimó una densidad de 5.7 individuos por cada 100 ha entre 1992-1994 (Enkerlin-Hoeflich, 1995), mientras un estudio anterior, en la misma zona, reportaba 25.2 individuos en 1970 (Castro, 1976), lo que muestra un posible decremento de sus poblaciones en estado silvestre. La mascarita de Altamira (*Geothlypis flavovelata*) es una especie de la que se sabe muy poco sobre su biología, existen unos pocos estudios, los cuales en su mayoría se



FIGURA 4. Pareja de loros tamaulipecos (*Amazona viridigenalis*) en la rivera del Río Pánuco en la frontera entre los estados de Tamaulipas y Veracruz (Foto: Brian Stech, marzo de 2008).

centran en mencionar diferentes registros sobre su distribución (Dickerman y Waner, 1961; Hoffman, 1989). El poco conocimiento sobre esta especie y su limitado rango de distribución, han hecho que sea considerada por las leyes mexicanas como una especie “amenazada” y como “vulnerable” por la IUCN, pero la conservación de la mascarita de Altamira se mantiene en la incertidumbre, ya que actualmente no se encuentra dentro de ninguna área protegida a nivel estatal o federal.

Las dos especies de chirivines del género *Hylorchilus* son endémicas de México, su distribución está restringida a los estados de Oaxaca, Puebla y Veracruz (Howell y Webb, 1995). El chivirín de Sumichrast (*H. smichrasti*) (figura 5) y el chivirín de Nava (*H. navai*) tienen un área de distribución de menos de 440 km² en la región de Uxpanapa y la frontera con Chiapas y Oaxaca (BirdLife Internacional, 2006d). El chivirín de Sumichrast ocupa un área que va, aproximadamente, de Córdoba hacia el sur, en la zona de Tuxtepec; está asociado a bosque tropical subperennifolio y las zonas bajas de bosque mesófilo de montaña con sus estadios sucesionales y crecimiento secundario, se le considera común aunque sólo localmente (BirdLife International, 2006e). El chivirín de Nava anteriormente era considerado una subespecie del chivirín de Sumichrast (Crossin y Ely, 1973), y fue hasta 1997 que se le consideró como una especie independiente (AOU, 1997). Es una especie considerada rara localmente, se le encuentra en los estadios sucesionales del bosque tropical subperennifolio de la región conocida como Selva Zoque en los estados de Veracruz, Chiapas y Oaxaca. Ambas especies dependen fuertemente de asociaciones del sotobosque y zonas de roca caliza (Gómez de Silva, 1997), siendo la pérdida de la cobertura vegetal y la fragmentación del hábitat las principales amenazas para su conservación.

Existen otras especies endémicas de distribución restringida en el estado, por ejemplo, la matraca nuca rufa (*Campylorhynchus r. rufinucha*)

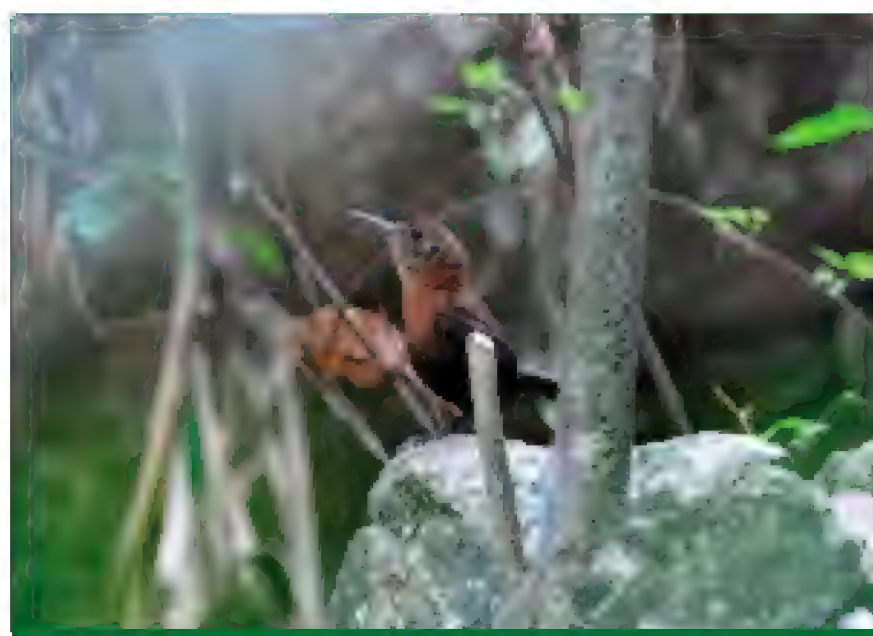


FIGURA 5. Chivirín de Sumichrast (*Hylorchilus sumichrasti*), endémico restringido a la vegetación que crece sobre roca caliza del suroeste de Veracruz, sureste de Puebla y noroeste de Oaxaca (Foto: Brian Stech, Cerro de Amatlán, municipio de Amatlán, marzo de 2008).

(figura 6), subespecie endémica y amenazada, cuya distribución es exclusiva al centro de Veracruz, con algunos registros en el extremo norte de Oaxaca (Howell y Webb, 1995). Actualmente, esta subespecie se ha propuesto elevarla a la categoría de especie (Navarro y Peterson, 2004; Sosa, 2007). El colibrí cola hendida (*Doricha eliza*) (figura 7) es endémico al matorral costero del norte de la Península de Yucatán, pero tiene una población aislada en la zona media del centro de Veracruz (Howell y Webb, 1995), que se restringe a un polígono de 20 km de ancho por 40 de largo (Ortiz-Pulido y Díaz, 2001).

AMENAZAS PARA LA CONSERVACIÓN DE AVES EN VERACRUZ

Las amenazas específicas para la conservación de las aves en el estado se pueden ubicar en generales y específicas. Entre las generales se encuentran la destrucción y perturbación de los ecosistemas naturales en donde habitan aquellas especies más amenazadas de desaparecer.



FIGURA 6. Subespecie nominal de la matraca nuca rufa (*Campylorhynchus r. rufinucha*) endémica al centro de Veracruz y posiblemente elevada al nivel de especie (Foto: Robert Straub, selva baja del municipio de Jalcomulco, junio de 2007).

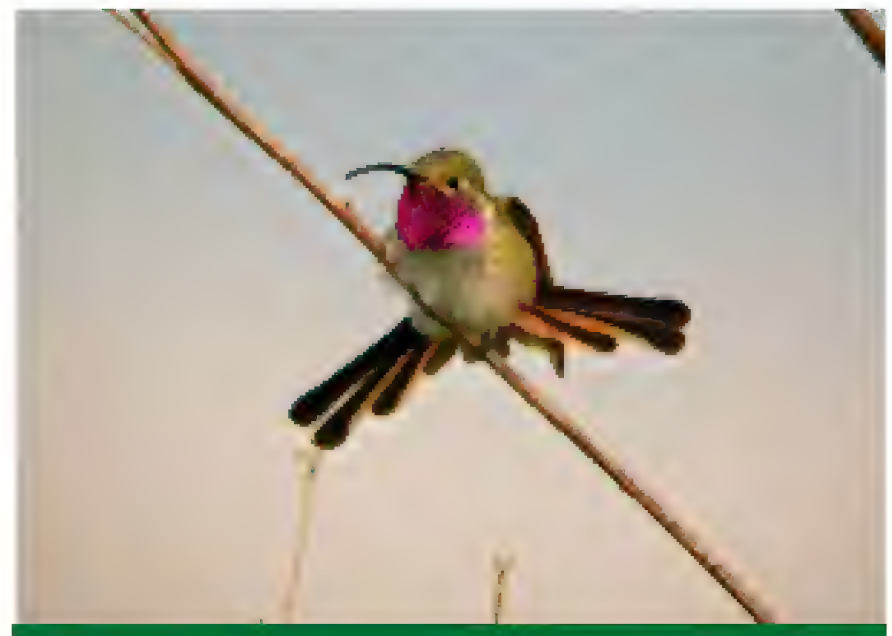


FIGURA 7. Colibrí cola hendida (*Doricha eliza*), endémico a la línea costera del norte de la Península de Yucatán y una población aislada en la selva baja caducifolia del centro de Veracruz (Foto: Robert Straub, Miradores del Mar, municipio de Emiliano Zapata, junio de 2004).

No obstante, otras actividades humanas como la captura de aves vivas (Aguilar, 1991), la cacería sobre grandes especies y el desarrollo de la infraestructura humana, como carreteras (Morales-Mávil *et al.*, 1997), desarrollos habitacionales (Aguilar, 2007) y líneas de alta tensión, entre otras alteraciones, remueven directamente especies de su medio natural y empobrecen sus ecosistemas. Las medidas paliativas, propuestas en las manifestaciones de impacto ambiental como una exigencia para atenuar la perturbación humana, normalmente son mínimas e incumplidas pese a ser dictaminadas por expertos.

ESPECIES EXÓTICAS

Podemos decir con certeza que existen tres especies de aves consideradas como “exóticas” establecidas en el territorio veracruzano, estas son: la garza ganadera (*Bubulcus ibis*), el gorrión casero (*Passer domesticus*) y la paloma casera (*Columba livia*), ampliamente distribuidas en las zonas rurales y urbanas de todo el país. El estornino común (*Sturnus vulgaris*) se estableció en Norteamérica entre

1890 y 1900 (Kessel, 1953), pero no es sino hasta 1938 donde se empieza a registrar con regularidad en el noreste de México, mientras que en 1953 y 1956 se registran algunos individuos en el norte del estado y en Coatzacoalcos, respectivamente (Coffey, 1959). En abril de 2002 se observaron varios individuos de estornino en localidades como El Limón, cerca de Perote, y un macho en la ciudad de Tuxpan, en marzo de 2001.

A partir de los años treinta, los registros de la garza ganadera en la parte noreste de Sudamérica fueron más comunes, reportándose ya en las Guayanas, Surinam, Colombia y Venezuela (Crosby, 1972). Pero no fue sino hasta el 15 de noviembre de 1958 donde se colecta un ejemplar inmaduro cerca de Tlacotalpan, considerado como el primer ejemplar de esta especie en México (Dickerman, 1964). Posteriormente, entre 1959 y 1960, se reportó para las localidades de Pánuco, Alvarado, San Andrés Tuxtla y Veracruz, después en los estados vecinos de Tamaulipas y Tabasco. Por ello, se ha considerado que en los inicios de la década de los sesenta ya se encontraban poblaciones bien establecidas de esta garza en nuestro país (Andrle y Axtell, 1961; Wolfe, 1961; Crosby, 1972).

ESPECIES BAJO PROTECCIÓN

Las especies de aves veracruzanas bajo alguna categoría de protección, propuestas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 (Semarnat, 2002), representan el 23.7 % (171 especies) de la avifauna estatal. De este total, las especies de aves bajo protección especial representan el 13 % (94 especies), mientras que el 7 % (50 especies) son consideradas como amenazadas y el 4 % (27 especies) son especies cuyas poblaciones se encuentran en peligro de extinción en nuestro país.

De acuerdo a su estacionalidad, el grupo con mayor número de especies bajo alguna categoría de protección es el de las especies residentes reproductivas, con 138 especies de las 440 registradas (32.5 % del total de la categoría). Entre estas especies podemos encontrar a la paloma-perdiz tuxtleña (*Geotrygon carrikeri*), endémica exclusiva al estado, restringida a la sierra de Los Tuxtlas (BirdLife Internacional, 2006c); así como la guacamaya roja (*Aratinga macao*), extirpada del estado y cuyo rango de distribución en México se ha reducido a pequeñas poblaciones aisladas en el extremo sur de su distribución, haciendo que las actividades antropogénicas sean una de las principales causas que comprometen la conservación de sus poblaciones en estado silvestre (Iñigo-Elías, 1996).

Las especies migratorias que se encuentran bajo alguna categoría de protección son 33, de las cuales 11 son visitantes de invierno, ocho tienen poblaciones visitantes de invierno y residentes, seis son indeterminados, cinco transitorios, dos no reproductivos, uno visitantes de invierno/residente reproductivo, mientras que las especies con poblaciones visitantes de invierno y transitorias no se encuentran representadas (cuadro 4). Dentro de estas categorías podemos mencionar al pato tejano (*Anas fulvigula*), la garceta rojiza (*Egretta rufescens*), la cigüeña americana (*Mycteria americana*), la grulla gris (*Grus canadensis*), que dependen directamente de los hábitats acuáticos, mientras que la mayoría de

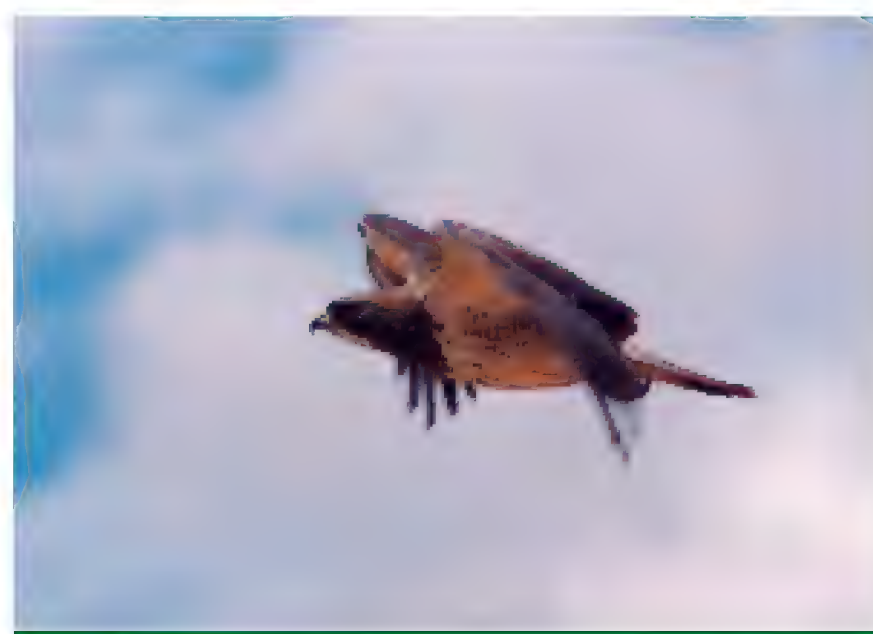


FIGURA 8. Aguililla de Swainson (*Buteo swainsoni*), es una de las especies más abundantes durante la migración de otoño en el centro de Veracruz (Foto: Julio C. Gallardo).

las aves terrestres migratorias dependen de la vegetación de estos ecosistemas en alguna etapa de su migración (Rappole, 1995), siendo éstos uno de los ecosistemas más afectados por las actividades antropogénicas en el Golfo de México (Lot, 2004). Por otro lado, la aguililla de Swainson (*Buteo swainsoni*) (figura 8), cuyas poblaciones han sido severamente afectadas por el uso de pesticidas, sólo en 1995 y 1996 murieron más de 6 000 individuos en campos de cultivo en Argentina (England *et al.*, 1997), siendo la planicie costera del golfo el principal corredor migratorio para esta especie, una de las rapaces más numerosas durante la migración otoñal en el estado (Ruelas *et al.*, 2000).

ESPECIES EXTIRPADAS O EXTINTAS

Las especies extintas o posiblemente extintas son:

Paloma migratoria (*Ectopistes migratorius*) y el zarapito boreal (*Numenius borealis*). La paloma migratoria se le consideraba como accidental en el estado, ya que sólo se cuenta con colectas de Xalapa y Orizaba a finales de 1800, y ahora parece extinta a nivel mundial desde 1914 (Blockstein, 2002).

CUADRO 4. Especies de aves reportadas para el estado de Veracruz, de acuerdo a su categoría de protección (SEMARNAT 2002) y su estacionalidad.

ESTACIONALIDAD	Spp. Totales	Spp. NOM	Porcentaje	CATEGORÍA NOM		
				Pr	P	A
Residente reproductivo	440	138	32.5%	75	23	40
Visitante de invierno	131	11	8.5%	8	2	1
Transitorio	42	5	11.9%	4	0	1
Residente de verano	9	1	11.1%	0	0	1
No reproductivo	11	2	18.8%	1		1
Indeterminado	22	6	27.3%	1	2	3
Visitante de invierno/ Residente de verano	38	8	21.6%	5	0	3
Visitante de invierno/ Transitorio	24	0	0	0	0	0

A= amenazada; Pr= protección especial; P= en peligro de extinción.

Zarapito boreal (*Numenius borealis*), ocurría durante la migración de primavera en las costas del Golfo de México, se le consideró extinto por varios años, pero se han reportado algunos individuos en la década de los noventa, estimando una población mundial menor a los cien individuos (Gill *et al.*, 1998). Actualmente no existen registros de esta especie para el estado ni para el país, por lo menos en la última mitad del siglo pasado (Howell y Webb, 1995).

Caracara comecao (*Ibycter americanus*) se le considera extirpado de nuestro país, ya que sufrió una reducción drástica de sus poblaciones, quedando extirpado de la mayor parte de su distribución por lo menos desde México hasta el extremo norte de Costa Rica (Ferguson-Lees y Christie, 2001), sin registros en los últimos 30 años al norte de Costa Rica (Howell y Webb, 1995; Ridgely y Gwynne, 1989). El 5 de marzo de 1947 fue colectado un ejemplar macho cerca de Jimba en el suroeste del estado de Veracruz siendo este el único registro documentado para el estado (Lowery y Dalquest, 1951).

Águila arpía (*Harpia harpyja*) (figura 9). Entre finales de 1800 y mediados del 1900 esta especie fue reportada por lo menos en localidades cerca del Mirador, Orizaba y Jesús Carranza (Loestcher, 1941; Lowery y Dalquest, 1951), quedando sin

registros confirmados hasta 1985, cuando se identificaron y colectaron los restos de un ejemplar inmaduro cazado por un lugareño el día 5 de mayo cerca de Cerro Nanchital, municipio de Las Choapas y otra en el Ejido López Arias en el municipio de Minatitlán (Iñigo *et al.*, 1987). No existen reportes recientes de esta águila en el país, pero es posible que existan algunos individuos, ya que uno de los últimos reportes fue hecho en 1991 en la carretera Sayula-Ocozocuatlá que comunica los estados de Veracruz y Chiapas en la Reserva Forestal y Faúnica “Selva El Ocote” (Morales-Pérez, 1998), abriendo la posibilidad que existan algunos individuos en esta frontera de los límites de las selvas del Uxpanapa en donde se cuentan dos registros de 1960 a 1985 (Vargas *et al.*, 2006).

Zopilote rey (*Sarcoramphus papa*), de acuerdo con Lowery y Dalquest (1951) ocurría al sur de Los Tuxtlas y era particularmente común a lo largo del río Coatzacoalcos a mediados de los años cincuenta (W.J. Schaldach, com. pers.) y existe un ejemplar en el Museo de la Fauna de Veracruz, colectado en 1964 en la localidad mencionada. Loestcher (1941) menciona que existen algunos reportes en Orizaba, pero actualmente la pérdida de hábitat ha reducido mucho el rango de distribución de la especie, principalmente en México y Centroamérica (Ferguson-Lees y Christie, 2001). Los pocos registros que se

tienen después de los cincuenta, es el de Gonzalo Pérez-Higareda en la década de los setenta en la laguna de Sontecomapan, zona de Los Tuxtlas, y el de Wilson (2000) en la Sierra de Zongolica sin localidad ni fecha específica.

Guacamaya roja (Ara macao). Sumichrast, menciona que a finales de 1800 a se le podía encontrar desde el sur de Tampico, Tamaulipas, y en Tuxpan y Uvero en el norte de Veracruz. Para 1927 sólo fue reportado un grupo de ocho individuos en Jesús Carranza (Loetscher, 1941) y entre 1947 y 1948 se reportaron algunos individuos y nidos en los ríos Chalchijapa, río Solosúchil y el Coatzacoalcos, en el extremo sur de Veracruz (Lowery y Dalquest, 1951). Aun cuando actualmente no existen reportes confirmados de esta especie para Veracruz, Binford (1989) menciona que existe una población en la parte norte del río Uxpanapa en el estado de Oaxaca, asimismo, en el 2006 fue visto un grupo de guacamayas sobre el mismo río por los pobladores locales. Por ello, al igual que para el águila arpía, el caracara comeacao y el zopilote rey, las extensiones de selvas de Uxpanapa albergan la posibilidad de mantener poblaciones remanentes en el estado.

Cotorra-serrana occidental (Rhynchopsitta pachyrhyncha), es otro de los psitácidos que han desaparecido del territorio estatal, ya que no se han tenido reportes desde finales de 1800. Loetscher (1941), menciona que al parecer esta especie ocurría en los bosques de pino del Cofre de Perote y Orizaba y menciona a Xalapa como localidad errónea, a pesar de que existen dos ejemplares colectados. Sin embargo, Snyder *et al.* (1999) señalan que existen varias especies de encinos (*Quercus* spp.) que forman parte fundamental del bosque mesófilo de montaña y de los bosques de pino-encino que existen aún en la zona centro del estado, por lo cual el registro de la cotorra serrana en la zona de Xalapa es un registro muy probable, ya que la especie consume frecuentemente bellotas de encino cuando es el pico de producción de éstas (Snyder *et al.*, 1999).



FIGURA 9. Uno de los pocos registros en el estado de Veracruz del águila arpía, ejemplar cazado en 1960 en la localidad de Suchilapan, municipio de Emilio Carranza (Foto: Familia Barradas).

ÁREAS PRIORITARIAS PARA SU CONSERVACIÓN

De acuerdo a un análisis realizado por Ceballos *et al.* (2002), el 98 % de las aves de México se encuentran en alguna de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) del país, y señalan que la prioridad de conservación debe enfocarse en los sitios donde se encuentran especies endémicas y/o en peligro de extinción. Como apoyo a la conservación de las aves y con la finalidad de cubrir los vacíos de áreas no cubiertas por el sistema de ANP en México, se identificaron las Áreas de Importancia para la Conservación de Aves en México (AICA), de las cuales 12 fueron ubicadas en Veracruz (Arizmendi y Márquez-Valdellamar, 2000). Dentro de los límites de estas AICA se encuentran especies endémicas de México citadas para Veracruz, algunas cuyas poblaciones no están representadas en ninguna ANP.

Sin duda existen varias áreas que son importantes para la conservación de las aves en el estado, pero creemos que merecen especial atención aquellos sitios donde se encuentran especies endémicas de México, importantes para el mantenimiento de procesos ecológicos regionales o que albergan especies cuya conservación es crítica, como aquellas que se

encuentran cercanas a la extinción, y sobre las que no hay ningún decreto oficial de protección ni se encuentran en ninguna ANP. Entre estos sitios podemos mencionar el AICA 41 correspondiente al Sistema Lagunar de Alvarado (Ramírez *et al.*, 2000), el cual es el tercer humedal de mayor extensión en México (Conabio, 1998), los humedales y la vegetación que rodea este sistema son de gran importancia tanto para especies residentes como para varias especies migratorias, albergando a más de 270 especies de aves en total (Cruz-Carretero, 1999).

Como se ha mencionado anteriormente, las selvas de Uxpanapa forman parte de la EBA Los Tuxtlas-Uxpanapa, considerada también como el AICA 193 (Gómez de Silva y Aguilar, 2000). En esta zona se han registrado más de 520 especies de aves y sus selvas son de vital importancia para el mantenimiento de los procesos ecológicos regionales, ya que forman, junto con las selvas del Ocote en Chiapas y los Chimalapas en Oaxaca, lo que se conoce como Selva Zoque, uno de los remanentes de vegetación más importantes de México (Peterson *et al.*, 2003). Uxpanapa es la zona del estado donde se observó por última vez a especies cuya conservación es crítica, como el águila arpía (*Harpia harpyja*) (Vargas *et al.*, 2006) y la guacamaya roja (*Ara macao*), probablemente su último refugio, principalmente en zonas adyacentes a los Chimalapas. En la zona de Los Tuxtlas aún se pueden encontrar especies en peligro de extinción como el águila elegante (*Spizaetus ornatus*) (figura 10), en donde recientemente se encontró un nido por los pobladores locales y un grupo de observadores de aves (R. Straub, com. pers.).

El extremo norte del estado forma parte de la EBA la Planicie Costera Mexicana del Noreste y la AICA 88 (Gallardo y Corti, 2000), se encuentra dominado por zonas inundables y humedales perennes que son de gran importancia para la conservación de los procesos ecológicos regionales. Aquí se han registrado más de 320 especies (datos

no publicados) de aves como la mascarita de Altamira (*Geothlypis flavovellata*), especie bajo protección, tanto nacional como internacional y cuya conservación es prioritaria en el país, ya que sus poblaciones no se encuentran representadas en ninguna ANP a nivel nacional (Ceballos *et al.*, 2002). Esta área comprende uno de los humedales prioritarios de México (DUMAC, 2006), de gran importancia para las aves acuáticas migratorias en el Golfo de México ya que entre 1964 y 1970 el Servicio de Caza y Pesca de los Estados Unidos realizó censos de este grupo de aves, encontrando cifras entre 94 901 y 312 362 individuos (Leopold, 1990), superado sólo por Laguna Madre entre todos los humedales del Golfo de México.



FIGURA 10. Hembra adulta de águila elegante (*Spizaetus ornatus*) cerca de su nido (Foto: David McCauley, Volcán de San Martín Tuxtla, municipio de San Andrés Tuxtla, marzo de 2007).

CONSIDERACIONES FINALES

Con la investigación realizada para este trabajo se concluye que Veracruz es uno de los estados con mayor diversidad de aves del país, con 717 especies. Además de tener una gran diversidad, el estado es de vital importancia para la conservación de las aves en México, ya que su avifauna representa más del 60 % del total de las especies del país. Las aves migratorias en Veracruz representan una fracción considerable de la avifauna, haciendo que la conservación de estas especies sea de interés e importancia internacional. Las condiciones orográficas de Veracruz, su posición geográfica lo convierten en uno de los corredores migratorios más importantes del mundo, donde se estima cada otoño un promedio de cuatro millones de aves rapaces migratorias que pasan por el centro de Veracruz (Ruelas *et al.*, 2000; Zalles y Bildstein, 2000).

Como se ha referido antes, en el estado se han reportado 31 especies de aves endémicas al territorio mexicano, dentro de éstas, existen algunas que son de especial interés debido a que sus poblaciones se encuentran amenazadas y se les suma un rango de distribución restringido. Para estas especies, su conservación depende fundamentalmente de acciones inmediatas a nivel local que involucren a distintos sectores sociales y gubernamentales.

La paloma-perdiz tuxtleña (*Geotrygon carrikeri*), con una distribución estimada de 128 km² (BirdLife International, 2006c), es la única especie endémica al estado y se encuentra fuertemente amenazada por la destrucción de su hábitat. Con un rango de distribución estimado de 440 km², las poblaciones del chivirín de Nava (*Hylorchilus navai*), se encuentran divididas principalmente en la reserva de la biosfera la Selva del Ocote y las selvas de los Chimalapas-Uxpanapa, siendo en esta última donde se piensa que existe el mayor hábitat potencial para esta especie (BirdLife International, 2006d). Por lo menos en la zona de Uxpanapa, las actividades agropecuarias, la deforestación y la cons-

trucción de caminos sin planeación, son constantes que fragmentan el hábitat del chivirín (Collar *et al.*, 1992). El chivirín de Sumichrast (*Hylorchilus sumichrasti*) se encuentra igualmente amenazado por la fragmentación y destrucción de su hábitat, aunque suele adaptarse a vivir entre los cultivos de café y vegetación secundaria y bordes del bosque, siempre y cuando exista roca caliza expuesta donde puedan establecer su territorio.

Las aves desaparecidas y el futuro de las aves en el estado

Con una superficie de 72 815 km² el estado de Veracruz cuenta tan sólo con 12 333 km² de áreas naturales protegidas, que representan un poco más del 16 % de la cobertura estatal (Jiménez *et al.*, 2004). No obstante, la mayor parte de las ANP carece de presupuestos específicos para su resguardo y conservación y el personal destinado para el manejo de dichas áreas es mínimo, en comparación con otras entidades (Aguilar-Rodríguez, obs. pers.). Esto hace que la mayor parte de las ANP actualmente no sean viables debido a la falta de infraestructura. Otras instancias como las ONG se han enfocado, principalmente en el caso de Pronatura Veracruz, en aspectos de investigación, monitoreo y educación ambiental en relación con las aves (*sensu* Mesa-Ortiz *et al.*, 2006). Esta situación pone en grave riesgo no sólo la diversidad de aves que alberga el estado de Veracruz, sino también a sus hábitats. Una de las excepciones es el caso del Parque Ecológico Macuiltépetl donde se han reintroducido dos especies de aves, existe un listado de más de 220 especies y se realizan acciones de manejo y conservación del hábitat en función de la diversidad de aves (anónimo, sin año).

Además de las ANP y las AICA, en Veracruz se han identificado tres de los veintiocho humedales prioritarios para la conservación de aves acuáticas migratorias en México (DUMAC, 2007), en los que

se pueden encontrar concentraciones de más de trescientos mil individuos (Leopold, 1990). Por otra parte, es menester mencionar que se han realizado diferentes ejercicios de planeación ecorregional, tomando como referencia a las aves pero sin consecuencias ulteriores, resultando más productivos los esfuerzos locales para conservar sitios específicos de importancia para las aves como el área de dunas costeras de San Isidro (Aguilar, 2003b). Así, también son necesarios más estudios que permitan conocer a fondo la diversidad de aves, su importancia económica, migraciones e historia natural, así como el estado actual de las especies y subespecies amenazadas, así como nuevas descripciones de fases de coloración entre otros aspectos (Aguilar, 1993).

El desarrollo del turismo de observación de aves en los últimos años (W. Schaldach, com. pers. y Straub, 2005) han remitido una gran cantidad de datos dispersos y registros de gran valor para la ornitología en Veracruz. Es necesaria la creación de una base de información que permita disponer de datos actuales de distribución de las especies con base en nuevos registros.

LITERATURA CITADA

- AGUILAR-RODRÍGUEZ, S.H., 1991, El comercio de aves silvestres en Xalapa, Veracruz, *La Ciencia y el hombre*, 12: 47-56.
- , 1993, First Record of Dilute plumage in *Buteo magnirostris*, *Journal of Raptor Research* 27 (1): 49.
- , 2000, Registro de la perdiz veracruzana o chivizcoyo (*Dendrortyx barbatus*) en la sierra norte de Oaxaca, México, *Huitzil* 1: 9-11 (www.ecosur-qroo.mx/huitzi/), consultada el 13 de diciembre de 2000.
- , 2003a, Estudio de Caso: La perdiz veracruzana, en Gómez de Silva H. y A. Oliverad de Ita (eds.), *Conservación de aves: Experiencias en México*, CIPAMEX/Conabio.
- , 2004b, *Santuario de aves de San Isidro, Actopan, Veracruz*, Resúmenes del V Congreso de Conservación Privada, Cancún, México.
- , 2007, Los cafetales de sombra de La Joyita, *Revista Performance* 12: 12-13, Editorial Graffiti, Xalapa, Veracruz.
- AGUILAR-RODRÍGUEZ, S.H. y A. Montano-Vázquez, 1999, El módulo interactivo El Chivizcoyo, el bosque de niebla y la gente, *Memorias en CD de la V Reunión de Educadores Ambientales del Sur-Sureste*, Oaxaca, Oax., p. 31.
- ALCÁNTARA, C., J.L., 1993, *Evaluación avifaunística de Veracruz: Un análisis de la distribución espacial para la conservación*, tesis de maestría, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- ANDRLE, R.F., 1966, North American Migrants in the Sierra de Tuxtla of Southern Veracruz, Mexico, *Condor* 68: 177-184.
- , 1967, Birds of the Sierra de Tuxtla, in Veracruz, Mexico, *Willson Bulletin* 79(2): 163-187.
- ANDRLE, R.F. y H.H. Axtell, 1961, Cattle egrets in Mexico, *Willson Bulletin* 73(3): 280.
- ANÓNIMO, sin fecha, Página web del Parque Ecológico Macuiltépetl. (www.macuiltepec.org), consultada el 3 de junio de 2008.
- AMERICAN ORNITHOLOGIST'S UNION (AOU), 1997, Forty-first supplement to the American Ornithologists' Union check-list of North American birds, *Auk* 114(3): 542-552.
- , 1998, *Check-list of the North American Birds*, 7th Edition, Allen Press, Lawrence.
- , 2000, *Forty-Second Supplement to the American Ornithologists' Union Check-List Of North American Birds*, *Auk* 117: 847-858.
- ARIZMENDI, M.C. y L. Márquez V. (eds.), 2000, *Áreas de importancia para la conservación de las aves en México*, Conabio, México.
- BANKS, R.C., C. Cicero, J.L. Dunn, A.W. Kratter, P.C. Rasmussen, J.V. Remsen Jr., J.D. Rising, y D.F. Stotz, 2002, Forty-Third Supplement To The American Ornithologists' Union Check-List Of North American Birds, *Auk* 119: 897-906.

- BANKS, R.C., C. Cicero, J.L. Dunn, A.W. Kratter, P.C. Rasmussen, J.V. Remsen Jr., J.D. Rising, y D.F. Stotz, 2003, Forty-Fourth Supplement To The American Ornithologists' Union Check-List Of North American Birds, *Auk* 120: 923-931.
- BANKS, R.C., C. Cicero, J.L. Dunn, A.W. Kratter, P.C. Rasmussen, J.V. Remsen Jr., J.D. Rising, y D.F. Stotz, 2004, Forty-Fifth Supplement To The American Ornithologists' Union Check-List Of North American Birds, *Auk* 121: 985-995.
- , 2005, Forty-Sixth Supplement To The American Ornithologists' Union Check-List Of North American Birds, *Auk* 121: 1026-1031.
- BINFORD, L.C., 1989, *Distributional survey of the birds of the Mexican State of Oaxaca. American Ornithologist Union*, Ornithological Monographs núm. 43. Allen Press, Inc. Lawrence.
- BIRDLIFE International, 2006a, Species factsheet: *Campylopterus excellens*, Downloaded from (<http://www.birdlife.org>), consultada el 3 de mayo de 2007.
- , 2006b, Species factsheet: *Geothlypis flavovellata*, Downloaded from (<http://www.birdlife.org>), consultada el 3 de mayo de 2007.
- , 2006c, Species factsheet: *Geotrygon carrikeri*, Downloaded from (<http://www.birdlife.org>), consultada el 3 de mayo de 2007.
- , 2006d, Species factsheet: *Hylorchilus navai*, descargado de (<http://www.birdlife.org>), consultada el 3 de mayo de 2007.
- , 2006e, Species factsheet: *Hylorchilus sumichrasti*, descargado de (<http://www.birdlife.org>), consultada el 3 de mayo de 2007.
- BLOCKSTEIN, D.E., 2002, Passenger Pigeon (*Ectopistes migratorius*), en A. Poole & F. Gill (eds.), *The Birds of North America*, núm. 611, Inc., Philadelphia.
- BOJORGES-BOLAÑOS, J.C. y L. López-Mata, 2005, Riqueza y diversidad de especies de aves en una selva mediana subperennifolia en el Centro de Veracruz, México, *Acta Zoológica Mexicana* 21(1): 1-20.
- , 2006, Asociación de la riqueza y diversidad de especies de aves y estructura de la vegetación en una selva mediana subperennifolia en el Centro de Veracruz, México, *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77: 235-249.
- BRIGGS, J.C., 1995, *Global Biogeography*, Elsevier Science, Amsterdam.
- CASTRO, A.G., 1976, *Estudio de las poblaciones de cotorras frente roja (Amazona viridigenalis) y el loro cabeza amarilla (A. ochrocephala) en la costa de Tamaulipas, México*, Dirección General de Flora y Fauna Silvestre, Subsecretaría Forestal y de la Fauna, México.
- CEBALLOS, G., H. Gómez de Silva y Ma. de C. Arizmendi, 2002, Áreas prioritarias para la conservación de las aves en México, *Biodiversitas* 41: 1-7.
- COFFEY, B.B., Jr., 1959, The starlings in eastern Mexico, *Condor* 61: 299.
- , 1960, Late North American spring migrants in Mexico, *Auk* 77: 288-297.
- COLLAR, N.J., Crosby, M.J., y Stattersfield, A.J., Birds to watch 2 - the world list of threatened birds, *Birdlife Conservation Series* 4: 1-407.
- COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA DIVERSIDAD (Conabio), 1998, *La diversidad biológica de México: estudio de País*, México.
- CROSSIN, R.C. y C.A. Ely, 1973, A new race of Sumichrast's wren from Chiapas, Mexico, *Condor* 75: 137-139.
- CROSBY, G.T., 1972, Spread of the cattle egret in the Western Hemisphere, *Bird-Banding* 43(3): 205-212.
- CRUZ C., O.G., 1999, *Aves del humedal de Alvarado, Veracruz: características de la comunidad, importancia y conservación*, tesis de licenciatura, Universidad Veracruzana, Córdoba, Veracruz.
- DIRZO, R. y García, M.C., 1992, Rates of deforestation in Los Tuxtlas, a Neotropical area in southeast Mexico, *Conservation Biology* 6: 84-90.
- DICKERMAN, R.W., 1964, Cattle egrets nesting in Mexico, *Willson Bulletin* 76: 290.
- DUMAC, 2006, Delta del Río Tamesí y del Río Pánuco, (<http://www.dumac.org/dumac/habitat/esp/mundo-dumac/conservacion/humedales.htm>), consultada en 20 de julio de 2006.

- , 2007, 28 Humedales para las aves acuáticas en México, *Mundo DUMAC* marzo-abril: 24 A-C.
- ENGLAND, A.S., M.J. Bechard y C.S. Houston, 1997, Swainson's Hawk (*Buteo swainsoni*), en: A. Poole y F. Gill (eds.), *The Birds of North America*, núm. 265, The Academy of Natural Sciences, Philadelphia, PA, and The American Ornithologists' Union, Washington, D.C.
- ENKERLIN-HOEFLICH, E.C., 1995, *Comparative ecology and reproductive biology of three sympatric species of Amazona parrots in Northeast Mexico*, tesis doctoral, Texas A&M University, College Station.
- ESCALANTE, P., A.G. Navarro y A.T. Peterson, 1993, A geographical, ecological and historical analysis of land bird diversity in Mexico, 281-307, en T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.), *The Biological Diversity of Mexico*, Oxford University Press, Oxford.
- EITNIEAR, J.C., S. Aguilar R., V. González, R. Pedraza y J.T. Baccus, 2000, New records of Bearded Wood Partridge, *Dendrortyx barbatulus* (Aves: Phasianidae) in México, *The Southwestern Naturalist* 45: 238-241.
- FERGUSON-LEES, J. y D.A. Christie, 2001, *Raptors of the World*, Houghton Mifflin Company, Nueva York.
- FLORES, O., y P. Gerez, 1994, *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo*, UNAM, México.
- GALLARDO, J.C. y M.A. Corti, 2000, Humedales del Sur de Tamaulipas y Norte de Veracruz, en M.C. Arizmendi y L. Márquez. (eds.), *Áreas de Importancia para la Conservación de Aves en México*, Conabio, México, pp. 357.
- GALLARDO D.A., J.C., E. Velarde G. y R. Areola A., 2004, Las aves del Golfo de México y las áreas prioritarias para su conservación, en: M. Caso, I. Pisanty y E. Ezcurra (comps.), *Diagnóstico ambiental del Golfo de México*, vol. I. Instituto Nacional de Ecología, México pp. 301-322.
- GILL, R.E., Jr., P. Canevari y E.H. Iversen, 1998, Eskimo Curlew (*Numenius borealis*), en: A. Poole y F. Gill (eds.), *The Birds of North America*, núm. 347, The Birds of North America, Inc., Philadelphia.
- GÓMEZ DE SILVA, H. y Aguilar-Rodríguez, S.H., 1995, The Bearded Wood Partridge in Central Veracruz and suggestions for finding and conserving the species, *Euphonia* 3: 8-12.
- , 2000, Uxpanapa, en M.C. Arizmendi y L. Márquez (eds.), *Áreas de importancia para la conservación de aves en México*, Conabio, México.
- GÓMEZ DE SILVA, H., 1997, Comparative analysis of the vocalizations of *Hylorchilus* wrens, *Condor* 99: 981-984.
- HOFFMAN, B., 1989, Finding the Altamira Yellowthroat (*Geothlypis flavovelata*) in Nacimiento, Tamaulipas, *Aves Mexicanas* 2: 2.
- HOWELL, S.N.G., 1998, Vocalisations and taxonomic status of the Purplish-backed Quail-dove *Geotrygon lawrenceii*, *Cotinga* 10: 20-22.
- HOWELL, S.N.G. y S. Webb, 1995, *A guide to the birds of Mexico and Northern Central America*, Oxford University Press, Nueva York.
- ÍÑIGO-ELÍAS, E., M. Ramos y F. González, 1987, Two recent records of neotropical eagles in southern Veracruz, Mexico, *Condor* 89:671-672.
- ÍÑIGO-ELÍAS, E.E., 1996, *Ecology and breeding biology of the Scarlet Macaw (Ara macao) in the Usumacinta Drainage Basin of Mexico and Guatemala*, tesis doctoral, University of Florida, Gainesville.
- JIMÉNEZ, S., W. Salinas y J. Campos, 2004, Los impactos de la urbanización en zonas costeras. Caso de estudio: Zona conurbada Altamira-Madero-Tampico, Tamaulipas, México, en M. Caso, I. Pisanty y E. Ezcurra (comp.), *Diagnóstico ambiental del Golfo de México*, vol. I, Instituto Nacional de Ecología, México pp. 417-730.
- KAUFMAN, K., 2005, *Guía de campo Kaufman de las aves de Norte América*, Houghton Mifflin Company.
- KESSEL, B., 1953, Distribution and migration of the european starling in North America, *Condor* 55(2): 49-67.

- LEOPOLD, A.S., 1990, *Fauna Silvestre de México*, Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, México.
- LOETSCHER, F.W., 1941, *Ornithology of the Mexican State of Veracruz, with an annotated list of birds*, tesis doctoral, Cornell University, Ithaca, 989 pp.
- LOETSCHER, F.W., Jr., 1955, North American migrants in the State of Veracruz, Mexico: a summary, *Auk*, 72: 14-54.
- LOT, A., 2004, Flora y vegetación de los humedales de agua dulce en la zona costera del Golfo de México, M. Caso, I. Pisanty y E. Ezcurra (comps.), en *Diagnóstico ambiental del Golfo de México*, vol. I, Instituto Nacional de Ecología, México, pp. 521-554.
- LOWERY, G.W. y W. Dalquest, 1951, Birds for the state of Veracruz, Mexico, University of Kansas Publication, *Museum of Natural History* 3 (4): 531-649.
- MESA-ORTIZ, S., Y. Cabrera-Carrasco, L. Coronado-Limón, S.M. Gaughan y E. Ruelas-Inzunza, 2006, *Veracruz Río de Rapaces: Manual de educación ambiental*, Pronatura A.C., 3ª Edición, Xalapa, Veracruz.
- MONTEJO-DÍAZ, J. y S.H. Aguilar-Rodríguez, 1999, Reporte preliminar de las aves de Uxpanapa, *La Ciencia y el Hombre* 33(11): 111-132.
- MORALES-MÁVIL, J., J.T. Villa-Cañedo, S.H. Aguilar y L. Barragán-Morales, 1997, Mortalidad de vertebrados silvestres en una carretera asfaltada de la región de Los Tuxtlas, Veracruz, México, *La Ciencia y el Hombre* 27(9): 7-24.
- MORALES-MÁVIL, J. y S.H. Aguilar-Rodríguez, 2000, Avifauna del Parque Nacional Cofre de Perote, Veracruz, México, *Floresta Veracruzana* 2(1): 35-40.
- MORALES-PÉREZ, J., 1998, A sight record of Harpy Eagle (*Harpia harpyja*) in Chiapas, México, *Ornitología Neotropical* 9: 225-226.
- MORRONE, J.J., 2001, *Biogeografía de América Latina y el Caribe*, M&T-Manuales y Tesis SEA, Zaragoza.
- , 2005, Hacia una síntesis biogeográfica de México, *Revista Mexicana de Biodiversidad* 76(2): 207-252.
- MORRONE, J.J., Espinosa O., y Llorente B., J., 2002, Mexican biogeographic provinces: preliminary scheme, general characterizations, and synonymies, *Acta Zoológica Mexicana* 85: 83-108.
- NAVARRO, S., A.T. Peterson y A. Gordillo-Martínez, 2003, Museum working together: the atlas of birds of Mexico, *Bulletin of Britain Ornithological Club* 123: 207-225.
- NAVARRO, S., A.G., E.A. García-Trejo, A.T. Peterson y V. Rodríguez-Contreras. 2004, Aves, en A.J. García-Mendoza, M.J. Briones-Salas (eds.), *Biodiversidad de Oaxaca*, Instituto de Biología, UNAM/Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza/World Wildlife Fund, México, pp. 391-421.
- NAVARRO, A.G. y A.T. Peterson, 2004, An alternative species taxonomy of the birds of Mexico, *Biota Neotropica* 4(2): (<http://www.biotaneotropica.org.br/v4n2/pt/abstract?taxonomic+review+BN03504022004>).
- ORTIZ-PULIDO, R., G.H. Gómez de Silva, F. González G. y A. Álvarez A, 1995, Avifauna del Centro de Investigaciones Costeras "La Mancha", Veracruz, México, *Acta Zoológica Mexicana* (65): 87-118.
- ORTIZ-PULIDO, R. y R. Díaz, 2001, Distribución de colibríes en la zona baja del centro de Veracruz, México, *Ornitología Neotropical* 12: 297-317.
- PETERSON, A.T., A.G. Navarro, B. Hernández, G. Escalona, F. Rebón, E. Rodríguez, E. Figueroa y L. Cabrera, 2003, The Chimalapas region, Oaxaca, Mexico: a high priority region for bird conservation in Mesoamerica, *Bird Conservation International* 13(3): 227-253.
- RAMÍREZ, B., P., A. de Sucre M., D.E. Varona G. y O. Cruz C., 2000, Humedales de Alvarado, en M.C. Arizmendi y L. Márquez. (eds.), *Áreas de importancia para la conservación de aves en México*, Conabio, México.
- RANGEL-SALAZAR, J.L., P.L. Enríquez R. y T. Hill, 2005, Diversidad de aves en Chiapas: prioridades de investigación para su conservación, en González-Espinosa, M., N. Ramírez-Marcial, L. Ruiz-Montoya (eds.), *Diversidad Biológica en Chiapas*, El Colegio de

- la Frontera Sur/COCYTECH/Plaza y Valdés, México, pp. 265-296.
- RIDGELY, R.S. y J.A. Gwynne, 1989, *A guide to the birds of Panama with Costa Rica, Nicaragua, and Honduras*, Princeton University Press, 2ª edición, Princeton.
- ROMAGOSA, C.M., 2002, Eurasian Collared-Dove (*Streptopelia decaocto*), en A. Poole y F. Gill (eds.), *The Birds of North America*, núm. 630, Inc., Philadelphia.
- RUELAS, I., E., S.W. Hoffman, L.J. Goodrich y R. Tingay, 2000, Conservation Strategies for the World's Largest Known Raptor Migration Flyway: Veracruz the River of Raptors, en Chancellor, R.D. y B.U. Meyburg (eds.), *Raptor at Risk*, WWGBP/Hancock House. British Columbia and Washington, pp. 591-595.
- SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, L.A., Navarro-Singüenza, A.G., Peterson, A.T. y J. García-Moreno, 2007, Taxonomy of *Chlorospingus ophthalmicus* in Mexico and Northern Central America, *Bulletin of Britain Ornithological Club* 127(1): 34-49.
- SILVA-LÓPEZ, G., 1998, Entendiendo la naturaleza de Veracruz, *Pronatura* (2): 8-17.
- SNYDER, N.R.R., E.C. Enkerlin-Hoeflich, y M.A. Cruz-Nieto, 1999, Thick-billed Parrot (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*), en A. Poole y F. Gill (eds.), *The Birds of North America*, núm. 406, Inc., Philadelphia.
- SOSA, L., J.R., 2007, *Variación geográfica en las vocalizaciones del complejo Campylorhynchus rufinucha (Aves: Trogloditidae) de México*, tesis de maestría, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- STATTERSFIELD, A.J., M.J. Crosby, A.J. Long y D.C. Wege, 1998, *Endemic Bird Areas of the World*, BirdLife International Series No. 7, Cambridge.
- STRAUB, R.J., 2007, *Guía de sitios para la observación de aves en Veracruz*, Pronatura Veracruz/Conabio, Xalapa, Veracruz.
- SUTTON, G.M. y T.D. Burleigh, 1940, Birds of Las Vigas, Veracruz, *Auk* 57: 234-243
- VARGAS, J.J., D. Whitacre, R. Mosquera, J. Albuquerque, R. Piana, J.M. Thiollay, C. Márquez, J. Sánchez, M. Lezama-López, S. Midence, S. Matola, S. Aguilar, Neil Rettig y Tania Sanaiotti, 2006, Estado y distribución actual del águila arpía (*Harpia harpyja*) en Centro y Sudamérica, *Ornitología Neotropical* 19:39-55.
- WARNER, D.W. y R.M. Mengel, 1951, Notes on Birds of the Veracruz Coastal Plain, *Wilson Bulletin* 63 (4): 288-295.
- WILSON, R.G., 2000, Sierra de Zongolica, en M.C. Arizmendi y L. Márquez. (eds.), *Áreas de importancia para la conservación de aves en México*, Conabio, México, pp. 109.
- WINKER, K., 2000, A new subspecies of toucanet (*Aulacorhynchus prasinus*) from Veracruz, Mexico, *Ornitología Neotropical* 11: 253-257
- WOLFE, L.R., 1961, Cattle Egrett in Mexico, *Auk* 78: 640-641.
- ZALLES, J.L. y K.L. Bildstein, 2000, *Raptor Watch: a Global Directory of Migration Sites*, BirdLife International-Hawk Mountain.

Mamíferos: distribución, endemismo y estado de conservación



Alvar González Christen

INTRODUCCIÓN

El impacto antropogénico sobre el mosaico de comunidades bióticas ocasiona cambios drásticos en la proporción de especies y los patrones de densidad poblacional y, por tanto, en la diversidad, propiciando un proceso de “sucesión” entre los ensambles de especies y las comunidades. El estado de Veracruz ha sufrido una constante transformación ambiental, con la consecuente aparición y desaparición de especies en distintos sitios o con el cambio en la abundancia de las especies local o regionalmente.

La riqueza total de especies (o diversidad alfa) de mamíferos silvestres terrestres de Veracruz se calcula en 192 especies que se encuentran representados de manera heterogénea dentro de los límites políticos del estado, formando diversos ensambles de mamíferos que responden a factores micro y macrorregionales, así como a la ubicación geográfica, condiciones climáticas, geológicas, topográficas, estado de conservación y demás características ambientales y ecológicas en cada uno de los hábitats.

Casi veinte años atrás se señaló que gracias a su heterogeneidad ambiental, México es uno de los tres países de mayor diversidad biológica en el mundo (Mittermaier, 1988); la importancia de la biota mexicana se incrementa por el elevado número de especies endémicas. Veracruz es uno de los estados más importantes de México en términos de su contribución a la biodiversidad nacional y, en el caso específico de los mamíferos, destaca por ser uno de los tres estados con la diversidad alfa más alta (Peterson *et al.*, 2002). Junto con Oaxaca y Chiapas albergan 277 de las 475 (58.3 %) especies de mamíferos terrestres de México (Ramírez-Pulido *et al.*, 2005).

La biodiversidad de Veracruz ha llamado siempre la atención y es uno de los estados de la República Mexicana mejor estudiados respecto a su mastofauna. En el estado, las evidencias de la presencia humana se remontan al preclásico temprano, alrededor de 1 600 a.C. (Solanes y Vela, 2000) y desde entonces se ha plasmado su extraordinaria riqueza biológica en diversas manifestaciones cultu-

rales como son la cerámica, escultura o pintura mural. Posteriormente, con la llegada de los españoles, la biota estatal se conoce a través de los escritos de los cronistas, exploradores y naturalistas, principalmente extranjeros, durante los siglos XVI al XIX (Sahagún, Allen, Chapman, Clavijero, Hernández, Humboldt, Las Casas, Lichtenstein, Saussure) que conocieron y estudiaron la fauna de Veracruz, sin embargo, por el saber biológico que se tenía en aquellos momentos y su manejo de la nomenclatura, se dificultó el conocimiento de los mamíferos de Veracruz. Es hasta mediados del siglo XX, que se tiene la primera relación amplia y científica “moderna” de los mamíferos de Veracruz, gracias al trabajo de Hall y Dalquest (1963), obra que ha sido considerada desde entonces como el punto de partida para el estudio de los mamíferos de Veracruz. En esta publicación los autores mencionan a 160 especies, sin embargo, en la actualidad y a consecuencia de los cambios nomenclaturales y el registro de nuevas especies o áreas de distribución, esta obra comienza a ser obsoleta en ese sentido.

Aparte de los trabajos mencionados, existen otros de carácter más general que incluyen a las especies de Veracruz, como son las obras de Peñafiel y Barranco (1873), Allen y Chapman (1897), Miller (1897), Nelson (1909), Villada (1914), Solís (1935), Weber (1944), Hooper (1952), Miller y Kellogg (1955), Baker y Dickerman (1956), Hall y Kelson (1959), Leopold (1959), Hall y Álvarez (1961 a,b,c), Hall (1962), Villa (1967), Hall (1981), Ramírez-Pulido *et al.* (1982, 1986, 1990, 1994 y 2000), Emmons (1990), Cervantes *et al.* (1994); Reid (1997), López-Wilchis y López-Jardines (1998, 1999 y 2000), Villa y Cervantes (2003), Ceballos y Oliva (2005). No obstante el aporte en el conocimiento de esas obras, la mastofauna de Veracruz permaneció prácticamente sin cambios durante cuarenta años, hasta que Gaona *et al.* (2003) publicaron la *Síntesis del conocimiento de los mamíferos silvestres del estado de Veracruz* en la que reportan la presencia de 190 mamíferos silvestres, 182 de hábi-

tos terrestres y 8 acuáticos. Otros trabajos de importancia estatal y local que incluyen importante información de los mamíferos son los de Vázquez-Yanes *et al.* (1975), Navarro (1979), Estrada y Coates-Estrada (1983), Coates-Estrada y Estrada (1985, 1986), Jones *et al.* (1988), Schmidly *et al.* (1987), Cervantes y Ortelano (1991), Dirzo (1991), Fa y Morales (1991), León-Paniagua y Romo (1991), Gallina *et al.* (1992), Arita (1993), Coates-Estrada y Meritt (1993), Prieto Bosch y Sánchez-Cordero (1993), Sánchez-Cordero (1993), Gaona (1997), Martínez-Gallardo y Sánchez-Cordero (1997), González *et al.* (2002), entre otras obras.

Debido a esto y con el fin de contar con conocimiento actualizado de los mamíferos del estado, la información principal que se presenta en el trabajo incluye: *a*) la composición taxonómica de los mamíferos terrestres de Veracruz, de acuerdo con nuevos registros y/o cambios de clasificación; *b*) la riqueza específica, incluyendo las nuevas especies reportadas para el estado; *c*) la distribución regional de los mamíferos de Veracruz; *d*) los mamíferos veracruzanos protegidos por la legislación ambiental en México, y *e*) las especies endémicas.

Para realizar el presente trabajo, se llevó a cabo una compilación de la información publicada sobre las especies de mamíferos reportadas para Veracruz mediante una investigación bibliográfica con punto de partida en los trabajos de Ramírez-Pulido *et al.* (1982, 1986, 1990, 1994, 2000) y Ceballos *et al.* (2005), así como consultas a bases de datos de colecciones mastozoológicas (20 500 registros) de instituciones nacionales y del extranjero (véase Gaona *et al.*, 2003). Se incluyeron en el trabajo sólo las especies de mamíferos silvestres nativas, descartando, por tanto, las especies introducidas.

Para expresar la distribución de los mamíferos en el estado se siguió la regionalización faunística propuesta por Pérez-Higareda y Navarro (1980) con algunas modificaciones menores (figura 1), las regiones propuestas son:

1) *Zona Norte*. Abarca el área comprendida en la planicie costera del norte del estado (Huasteca veracruzana) y la porción montañosa de la Sierra Madre Oriental (Sierra de Huayacocotla; desde el río Tamesí, en los límites con el estado de Tamaulipas, hasta el río Nautla.

2) *Zona Centro o Costa*. Incluye el área entre la planicie costera y los 1 200 metros sobre el nivel del mar, desde el río Nautla hasta el río Papaloapan (Región del Totonacapan).

3) *Región Montaña*. Comprende las alturas superiores de 1 200 a 5 747 metros sobre el nivel del mar. Corresponde a la región montañosa de la Sierra Madre Oriental y del Eje Volcánico Transversal (Región de las Grandes Montañas).

4) *Zona Sur o Planicie*. Abarca la región costera desde el río Papaloapan hasta el río Tonalá, en los límites con el estado de Tabasco (Región de las llanuras de Sotavento y del Istmo).

5) *Zona de los Tuxtlas*. Comprende el área del macizo montañoso de los volcanes de San Martín Tuxtla, volcán de San Martín Pajapan y volcán de Santa Marta y su zona de influencia.

La nomenclatura que se maneja en este trabajo se basa en Ramírez-Pulido *et al.* (2005), anexando especies que han sido aceptadas como válidas posteriormente. Las categorías de riesgo y las tendencias

de las especies que se mencionan en el trabajo, son las señaladas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 (Semarnat, 2002): *en peligro de extinción* (P), son aquellas especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional, han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros. Esta categoría coincide parcialmente con las categorías en peligro crítico y en peligro de extinción de la clasificación de la IUCN. *Amenazadas* (A), son aquellas especies, o poblaciones de las mismas, que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones. *Sujetas a protección especial* (PR), son aquellas especies o poblaciones que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación, o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas. Esta categoría puede incluir a las categorías de menor riesgo de la clasificación de la IUCN.

CUADRO 1. Composición taxonómica de la mastofauna de Veracruz, México.

ORDEN	Ord	Fam	Gen	Esp	Sub
DIDELPHIMORPHIA	1	1	4	5	5
CINGULATA	1	1	1	1	1
PILOSA	1	2	2	2	2
LAGOMORPHA	1	1	2	5	7
RODENTIA	1	6	26	54	56
CARNIVORA	1	5	19	21	28
SORICOMORPHA	1	1	2	8	3
CHIROPTERA	1	8	53	88	59
PRIMATES	1	1	2	2	2
ARTIODACTYLA	1	2	4	4	6
PERISSODACTYLA	1	1	1	1	0
Total	11	29	116	192	169

El significado de los acrónimos es Ord. Orden; Fam. Familia; Gen. Género; Esp. Especie y Sub. Subespecie.

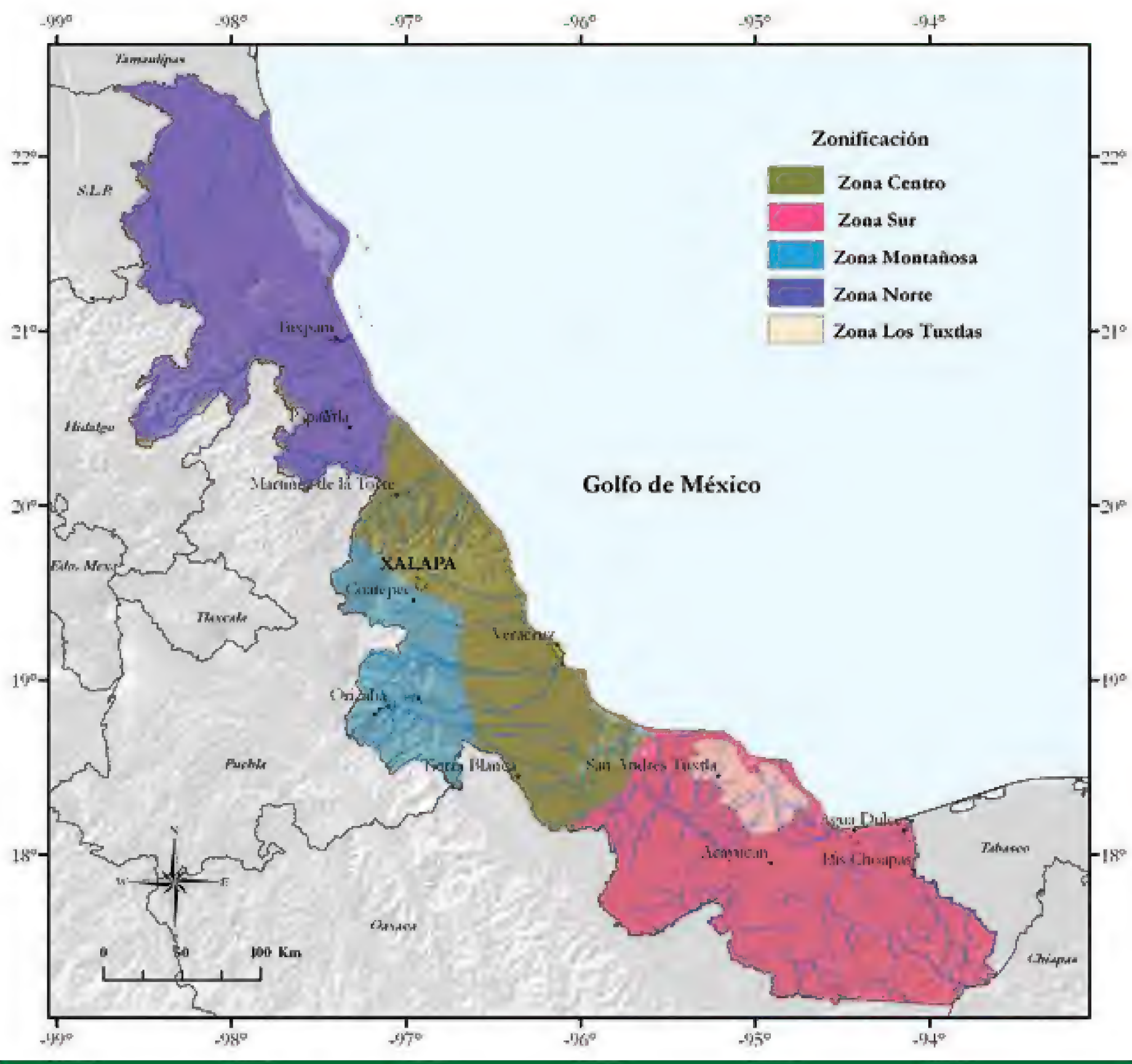


FIGURA 1. Distribución de mamíferos en las distintas regiones del estado de Veracruz.

COMPOSICIÓN TAXONÓMICA Y RIQUEZA ESPECÍFICA

En Veracruz se ha registrado a la fecha un total de 192 especies de mamíferos que pertenecen a 11 órdenes, 29 familias, 116 géneros y comprenden a 169 subespecies (cuadro 1). El Orden Chiroptera (murciélagos)

aporta el 46 % de las especies, seguido en importancia por el Orden Rodentia (roedores) que aporta el 28 % (González *et al.*, 2006; Ceballos y Oliva, 2005, Hafner *et al.*, 2005; Carroll *et al.*, 2005; Woodman, 2005; Gaona *et al.*, 2003; López-Wilchis, 2003; Villa y Cervantes, 2003). A partir de la más reciente revisión de los mamíferos de Veracruz (Gaona *et al.*,

2003) se han adicionado 10 especies de hábitos terrestres; lo anterior es un claro indicador del desconocimiento de la mastofauna veracruzana y de la necesidad de estudiar intensamente regiones del estado que hasta ahora no han sido tratadas o sólo lo han sido superficialmente.

Los mamíferos de Veracruz, en el contexto de la mastofauna terrestre nacional, tienen representantes en el 92 % de los órdenes, 85 % de las familias, 72 % de los géneros, 40 % de las especies, 18 % de subespecies (Ramírez-Pulido *et al.*, 2005). Las tres familias con mayor número de especies son los murciélagos de la Familia Phyllostomidae con 41 especies; los roedores de la familia Muridae con 34 especies, y los murciélagos de la familia Vespertilionidae con 23 especies. Los géneros con mayor número de especies son los ratones de campo del género *Peromyscus* que aportan 10 especies, los murciélagos insectívoros del género *Myotis* contribuyen también con 10 especies y los ratones del género *Reithrodontomys* con cinco especies. Este patrón de diversidad es similar al encontrado en la mastofauna de otros estados del sureste de México como Oaxaca, Chiapas y Tabasco.

DISTRIBUCIÓN

Los patrones de riqueza de especies de mamíferos de Veracruz muestran, para las cinco regiones, una diversidad alfa relativamente semejante, esto es, dentro de un rango de 86 a 119 especies por región. En el cuadro 2, se muestra el número de especies de mamíferos dentro de cada una de las cinco regiones propuestas para Veracruz. Se observa que las regiones con mayor riqueza de especies son: la región del Centro con 119 especies y la Planicie con 117 especies, la Región de las Montañas con 114 especies y Los Tuxtlas, donde se confirman 113 especies. Por otra parte,



FIGURA 2. El venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) es una de las especies más utilizadas como pieza de caza, sobre todo en el norte del estado, no obstante, no se encuentra listado en categorías de riesgo. Pareja en una UMA de Pajapan, Los Tuxtlas, Veracruz (Foto: Jorge E. Morales Mávil).

en la región Norte, con 86 especies, se registra la menor cantidad de mamíferos, probablemente debido a la falta de trabajo en localidades de esta región, por lo que es posible que la riqueza de especies quizá sea aún mayor (figura 2). Lo anterior tendría congruencia con Sosa *et al.* (2005) quienes reportan para la Reserva de la Biosfera El Cielo, en Tamaulipas, 97 especies de mamíferos, y Ceballos y Oliva (2005) que reportan para el estado de Tamaulipas 139 mamíferos silvestres, ambas áreas limítrofes a Veracruz en la región norte.

El esfuerzo de colecta de mamíferos se ha concentrado en las regiones Centro, Montaña y Los Tuxtlas, por lo que los patrones de riqueza observados de manera regional deben ser tomados con cierta reserva, pues, como señala Hernández (1994) "...el conocimiento de los vertebrados de Veracruz es inadecuado... no tenemos inventarios recientes...". Además, aproximadamente 20 % de las especies reportadas en el estado cuenta con menos de cinco registros verificados en las colecciones consultadas.

CUADRO 2. Número de especies de cada orden de mamíferos de Veracruz, distribuidas por regiones del estado de Veracruz y en el continente americano.

ORDEN	Nt	Ct	Mo	Pl	Tu	Na	Ns	Sa	Ma	Mx
DIDELPHIMORPHIA	4	5	4	5	5	0	1	3	1	0
CINGULATA	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0
PILOSA	1	1	0	1	2	0	0	2	0	0
LAGOMORPHA	2	4	4	3	2	2	1	1	0	1
RODENTIA	23	35	43	22	22	14	2	5	12	21
CARNIVORA	16	18	10	17	16	5	10	5	1	0
SORICOMORPHA	2	2	5	2	3	0	1	0	1	6
CHIROPTERA	37	49	47	59	56	8	13	55	9	3
PRIMATES	0	0	0	2	2	0	0	1	1	0
ARTIODACTYLA	1	3	0	4	4	0	2	2	0	0
PERISSODACTYLA	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Total	86	119	114	117	113	29	31	75	5	31

El significado de los acrónimos es Nt. Norte; Ct. Centro; Mo. Montaña; Pl. Planicie; Tu. Tuxtlas; Na. Distribución hacia Norteamérica; Ns. Distribución de Norte a Sudamérica; Sa. Distribución hacia Sudamérica; Ma. Distribución mesoamericana y Mx. Endémica de México.

DISTRIBUCIÓN CONTINENTAL DE LOS MAMÍFEROS PRESENTES EN VERACRUZ

El análisis de la distribución de la mastofauna de Veracruz indica claramente su afinidad Neotropical, como se muestra en el cuadro 2, donde se señala la distribución continental conocida para las especies de mamíferos con representantes en Veracruz (Carroll *et al.*, 2005; Ceballos y Oliva, 2005; Emmons y Feer, 1990; González *et al.*, 2006; Hafner *et al.*, 2005; Hall, 1981; Jones *et al.*, 1988; Reid, 1997; Sánchez *et al.*, 2005; Villa y Cervantes, 2003; Wilson y Reeder, 1993; Wilson y Ruff, 1999; Woodman, 2005; Sánchez *et al.*, 2005). De las especies confirmadas, 39.5 % tiene una afinidad neotropical o sudamericana, 16.6 % tiene una distribución amplia, y hacia América del Norte se distribuye el 14.5 % de las especies. El 13.5 % presenta una distribución restringida a Mesoamérica y el 15.6 % de las especies tiene una distribución restringida a los límites políticos de México (especies endémicas).

MAMÍFEROS PROTEGIDOS POR LA NORMA OFICIAL MEXICANA

En general, para los mamíferos de Veracruz, se infiere que el número de especies en peligro dentro de la fauna estatal es mayor al de las especies formalmente protegidas por la ley (64 spp., incluyendo marinos y continentales). Son muchas las presiones negativas que existen para las poblaciones de los mamíferos silvestres en la entidad (figuras, 2, 3 y 4). Es probable que las mayores amenazas a la vida silvestre en su conjunto, sean la pobreza y la ignorancia de la población, puesto que propician actitudes perniciosas que favorecen la cacería furtiva y la pérdida de hábitat (deforestación, transformación en otro sistema o contaminación y fragmentación). Asimismo, el crecimiento urbano desmedido y sobre áreas no propicias para la construcción, la contaminación del agua, la acumulación de basura en campo y áreas verdes, la introducción de especies exóticas competitivas, son producto de un esquema de desarrollo económico no sustentable, depredador, además de que muchas especies son sacrificadas en aras de un “control de especies plaga”.



FIGURA 3. El mono araña (*Ateles geoffroyi vellerosus*) es una de las especies en peligro de extinción de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2001, su distribución más noroeste actual es la región de Los Tuxtlas, y entre los factores que más afectan a esta especie son la destrucción del hábitat y la captura de crías para mascota (Foto: Jorge E. Morales Mávil).



FIGURA 5. El manatí (*Trichechus manatus*) es una de las especies de mamíferos que ha visto restringida su distribución a muy pocos humedales en el estado; el sistema lagunar de Alvarado es el refugio más importante (Foto: Jorge E. Morales Mávil).

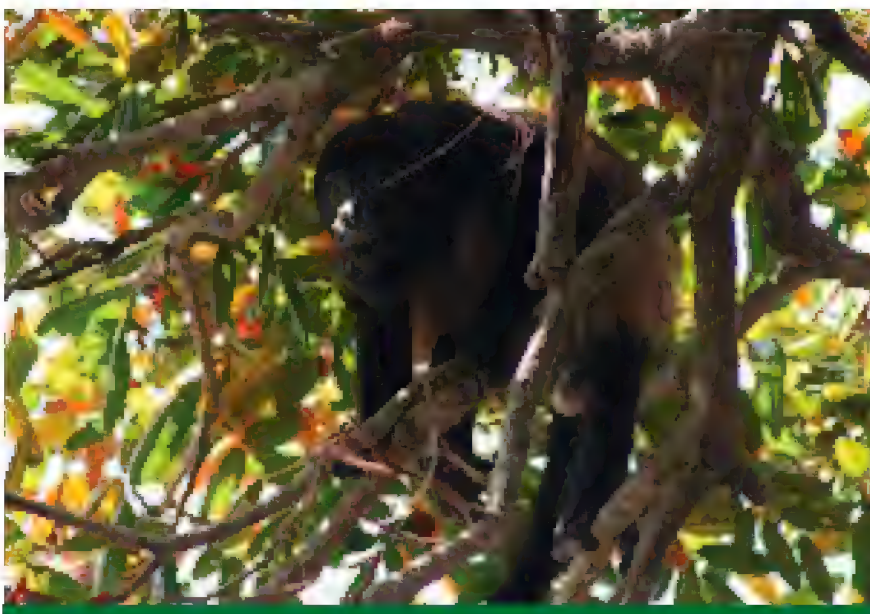


FIGURA 4. Una de las dos especies de primates que ocurren en Veracruz, es el mono aullador de manto o saraguato (*Alouatta palliata mexicana*) especie considerada en peligro de extinción dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001. Ejemplar de la isla Agaltepec, Lago de Catemaco, Veracruz (Foto: Jorge E. Morales Mávil).

En relación al estatus de riesgo o estado de conservación de los mamíferos veracruzanos, 64 especies (terrestres y acuáticas) están enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001. En

este mismo libro en el capítulo “Análisis regional de las principales amenazas para las especies de mamíferos de Veracruz incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001” Sosa y colaboradores ahondan sobre este tema. Proporcionalmente, la relación de mamíferos protegidos en el estado corresponde a la media nacional, es decir alrededor del 30 % de la mastofauna estatal. Aproximadamente el 70 % de los mamíferos veracruzanos habita dentro de algún Área Natural Protegida (ANP), sin embargo, este sistema de protección no es suficiente, por la viabilidad a largo plazo de las áreas mismas y porque 30 % de las especies no están incluidas dentro de las ANP; entre estas especies figuran algunas enlistadas en la NOM-059.

En Veracruz no se conocen mamíferos extirpados recientemente, si bien se sospecha de la desaparición de algunas especies como el Tapir (*Tapirus bairdii*) (figura 5) (March, 1994; Naranjo, 2001) y probablemente también están cerca de ella el jabalí de labios blancos (*Tayassu pecari*) o el puma (*Puma concolor*). En todos los órdenes existen más especies en proceso de desaparecer de la fauna del estado que sólo las formalmente protegidas. Algunas no son protegidas debido a que se trata de especies con amplia distri-

bución continental y por falta de información de campo suficiente para determinar su situación actual y las tendencias de sus poblaciones, pero que, evidentemente, se encuentran amenazadas.

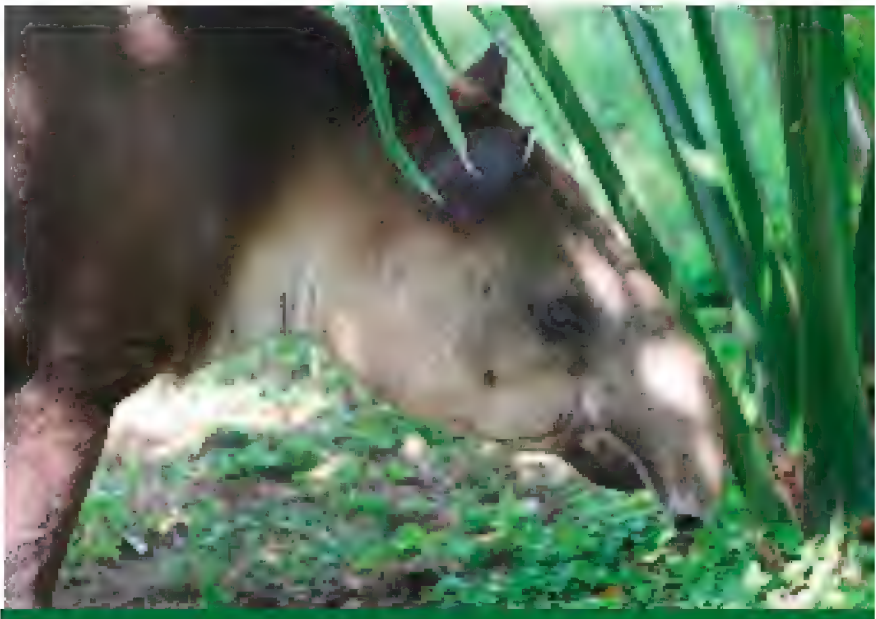


FIGURA 6. Es posible que el tapir (*Tapirus bairdii*) esté casi extirpado en el estado, uno de sus últimos refugios es el sur del estado, básicamente la zona de Uxpanapa colindante con los Chimalapas en Oaxaca y Chiapas (Foto: ejemplar cautivo, Jorge E. Morales Mávil).

MAMÍFEROS ENDÉMICOS

La riqueza de mamíferos y su recambio dentro de las regiones fisiográficas de Veracruz, producto de los cambios en la estructura ambiental, corresponde con la reportada en otros estados de la República Mexicana. Es importante observar que Veracruz, por su forma y ubicación, es un corredor natural que conecta las biotas neártica y neotropical, y la presencia del Eje Volcánico Transversal ha favorecido la presencia de la mayoría de las especies endémicas en el estado. En el cuadro 3 se señala la aportación de cada orden en cuanto a las especies endémicas de Veracruz. En el estado habitan 56 especies endémicas, 25 especies se consideran endémicas mesoamericanas (Flores y Gerez, 1994). De las especies endémicas a México se confirma la presencia de otras 31 especies, de las cuales solo cuatro

sólo se conocen de localidades en el estado de Veracruz. La aportación de la mastofauna estatal endémica en el contexto nacional corresponde al 17.75 %. Para ver la lista completa de las endémicas con poblaciones en Veracruz consultar los apéndices VIII.45.1. y VIII.45.2. El cuadro 4, resume los números globales acerca de la diversidad de los mamíferos de Veracruz.

CUADRO 3. Número de mamíferos endémicos presentes en Veracruz.

ORDEN	(MA)	(MX)	(Ve)
DIDELPHIMORPHIA	1	0	0
LAGOMORPHA	0	1	0
RODENTIA	12	19	2
CARNIVORA	1	0	0
SORICOMORPHA	1	4	2
CHIROPTERA	9	3	0
PRIMATES	1	0	0
Total de especies	25	27	4

Ma. Endémico de la región mesoamericana; Mx. Endémico de México; Ve. Endémico con distribución limitada únicamente a Veracruz.

CUADRO 4. Resumen de los mamíferos terrestres silvestres de Veracruz

Órdenes	11
Familias	29
Géneros	116
Especies	192
Especies consideradas extirpadas	2
Especies cercanas a la extirpación	2
Especies endémicas mesoamericanas presentes	25
Especies endémicas de México presentes	27
Especies endémicas restringidas a Veracruz	4
Especies Amenazadas ((Nom-059-SEMARNAT-2001)	25
Especies En peligro de extinción (Nom-059-SEMARNAT-2001)	9
Especies Con protección especial (Nom-059-SEMARNAT-2001)	20

CONCLUSIONES

La diversidad mastofaunística de Veracruz está representada, en la actualidad, por 192 especies, uno de los tres valores más altos registrados para los estados de la República Mexicana, reconocida por su megadiversidad. El recambio de especies entre los diferentes sitios del estado de Veracruz (diversidad gamma) de los mamíferos concuerda con lo reportado para el país, las regiones propuestas en el estudio presentan valores similares de riqueza de especies, pero el recambio encontrado entre ellas es alto (Rodríguez *et al.*, 2003).

La contribución de la mastofauna veracruzana a la mastofauna nacional es considerable, puesto que se tienen representantes en el 92 % de los órdenes, 85 % de las familias, 72 % de los géneros y 40 % de las especies de los mamíferos terrestres de México. En Veracruz tienen distribución 31 especies endémicas de México, cinco de las cuales sólo se conocen de localidades dentro del estado. Siguiendo el criterio de endemismo mesoamericano, son 26 especies más que reúnen este criterio.

Veracruz ha sido objeto de grandes transformaciones ambientales, lo cual ha provocado que 54 especies y subespecies de mamíferos continentales se encuentren enlistadas en alguna categoría de riesgo por la Norma Oficial Mexicana, tal es el caso del jaguar (*Panthera onca*) (figura 7). En el estado es necesario realizar estudios para definir correctamente el estatus de las especies de mamíferos, puesto que de manera regional (incluso estatal) algunas poblaciones silvestres han desaparecido y otras no son ecológicamente viables a mediano y largo plazos.

En las figuras 8, 9, 10 y 11 se muestran fotografías de especies que se distribuyen en el estado de Veracruz.



FIGURA 7. El jaguar (*Panthera onca*) en el estado está seriamente amenazado, con reportes esporádicos en diferentes regiones del estado, básicamente al sur, en Los Tuxtlas y el Uxpanapa. Muchos reportes de jaguar en realidad corresponden a ocelote (*Leopardus pardalis*) (Foto: ejemplar cautivo, Jorge E. Morales Mávila).



FIGURA 8. El oso hormiguero *Tamandua mexicana*, es una especie considerada en peligro que se ve amenazada por diversos factores como la destrucción de su ambiente, la cacería indiscriminada y muertes accidentales en carretera (Foto: ejemplar Zoológico Miguel Álvarez del Toro, Tuxtla Gutiérrez Chiapas, Edgar Ahmed Bello Sánchez).



FIGURA 9. El tlacuache común *Didelphis virginiana* es una especie común que aparentemente se ha logrado adaptar a las condiciones humanas, sin embargo, es objeto de cacería, y muerte frecuente por atropellamientos (Foto: ejemplar en libertad Xalapa, Veracruz, Rolando Arboleda Sánchez).



FIGURA 10. El jabalí de collar *Tayassu tajacu*, es un organismo de importancia ecológica en los ecosistemas donde se presenta, además es de valor cinegético por lo que es objeto de cacería sin control. En la actualidad se le reproduce en algunas UMA's (Foto: ejemplar Zoológico Miguel Álvarez del Toro, Tuxtla Gutiérrez Chiapas, Edgar Ahmed Bello Sánchez).



FIGURA 11. Los murciélagos frugívoros han mostrado su importancia como aliados en la regeneración de selvas, a través de la dispersión de semillas, ejemplo de ello es el murciélago de lomo rayado *Vampyroides caraccioli* en la región de Los Tuxtlas, Veracruz (Foto: ejemplar en libertad Sierra de Santa Marta, Veracruz, Rolando Arboleda Sánchez).

LITERATURA CITADA

- ALLEN J, A y F. M. Chapman. 1897. On a collection of mammals from Jalapa and Las Vigas, State of Veracruz, Mexico. *Bulletin of the United State Natural History Museum* 9:197-208.
- ARITA, H.T., 1993, Riqueza de especies de la Mastofauna de México, en R. Medellín y G. Ceballos (eds.), *Avances en el estudio de los mamíferos de México*, publicaciones especiales, vol. 1, Asociación Mexicana de Mastozoología, México, 464 pp.
- ARITA, H.T. y G. Ceballos, 1997, Los mamíferos de México: distribución y estado de conservación. The mammals of Mexico: distribution and conservation status, *Revista Mexicana de Mastozoología* 2: 33-71.
- BAKER, R. H. y R. W. Dickerman. 1956. Daytime roosts of the yellow bat in Veracruz. *Journal of Mammalogy*, 37:443
- CARROLL, D.S., Peppers L.L. y R.D. Bradley, 2005, Molecular systematics and phylogeography of the *Sigmodon hispidus* Species group, en *Contribuciones mastozoológicas en homenaje a Bernardo Villa*, Insti-

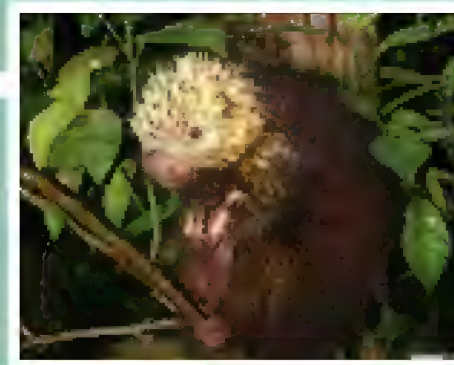
- tuto de Biología/Instituto de Ecología/UNAM/Conabio, México, pp. 87-100.
- CEBALLOS, G., J. Arroyo y R.A. Medellín, 2002, *The Mammals of México: composition, distribution and conservations status*, Occasional Papers, Texas Tech University, 218: 1-27.
- CEBALLOS, G. y G. Oliva, 2005, *Los mamíferos silvestres de México*, Conabio/Fondo de Cultura Económica, México, 981 pp.
- CEBALLOS, G., Joaquín Arroyo-Cabrales, Rodrigo A. Medellín y Yolanda Domínguez Castellanos, 2005, Lista actualizada de los mamíferos de México, *Revista mexicana de mastozoología*, vol. 9.
- CERVANTES, F.A., Castro A.C. y J.P. Ramírez, 1994, Mamíferos Terrestres Nativos de México, *Anales del Instituto de Biología*, Serie Zoología 65: 177-190.
- CERVANTES, F. A., Hortelano-Moncada. 1991. Mamíferos pequeños de la estación biológica El Morro de La Mancha, Veracruz, México, *Anales. Inst. Biol. Univ. Nac. Auton. Ser. Zool.* 2 (1): 129-136.
- COATES-ESTRADA, R y A. Estrada. 1985. Occurrence of the White bat *Diclidurus virgo* (Chiroptera; Emballonuridae) in the región on Los Tuxtlas, Veracruz. *Southwestern Naturalist* 30:322-323.
- , 1986, *Manual de identificación de campo de los mamíferos de la estación de biología Los Tuxtlas*, Instituto de Biología, UNAM, Mexico, 151 pp.
- DIRZO, R. 1991. Rescate y restauración ecológica de la selva de Los Tuxtlas. *Ciencia y Desarrollo* 17(97):33-45.
- EMMONS, L.H. y F. Feer, 1990, *Neotropical rainforest mammals, a field guide*, University of Chicago Press, Chicago, 550 pp.
- ESTRADA, A. y R. Coates-Estrada. 1983. The biological reserve Los Tuxtlas: research and conservation of rain forest in México. *Oryx* (4): 201-204.
- ESTRADA A., Coates-Estrada, R. y D. Meritt, 1993, Bat species richness and abundance in tropical rain forest fragments and in agricultural habitats at Los Tuxtlas, México, *Ecography* 16: 309-318.
- FA. J. E y L. M. Morales. 1991. Mammals and protected areas in the trans-mexican neovolcanic belt, en M.A. Mares y D.J. Schmidly (eds.) *Latin American mammalogy. History, Biodiversity and Conservation*. The University of Oklahoma Press, Norman, 199-226.
- FLORES-VILLELA, O. y P. Gerez, 1994, *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo*, 2ª ed., Conabio/UNAM, México.
- GALLINA, T. S., S. Mandujano y A. González R. 1993. Mamíferos frugívoros, su diversidad y su impacto en los cafetales mixtos de Barranca Grande, Veracruz. Memorias primera reunión de investigadores sobre fauna veracruzana. Xalapa, Veracruz, México. Sociedad Veracruzana de Zoología, A.C.
- GAONA, S., 1997, Variación no geográfica de *Peromyscus difficilis* (Rodenti: Muridae), en la región noroeste de la Cuenca Oriental en Puebla y Veracruz, México, en J. Arroyo-Cabrales, y O.J. Polaco (coords.), *Homenaje al Profesor Ticul Álvarez*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Colección Científica, 391 pp.
- GAONA, S., González-Christen, A. y R. López-Wilchis, 2003, Síntesis del conocimiento de los mamíferos silvestres del Estado de Veracruz, México, *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 3ª época, 1: 91-124.
- GONZÁLEZ-CHRISTEN, A., Gaona, S. y G. López, 2002, Registros adicionales de mamíferos para el Estado de Veracruz, *Vertebrata Mexicana* (11): 9-17.
- GONZÁLEZ-CHRISTEN, A., González Romero, A. y J.S. Colmenares, 2006, Primer registro de *Taxidea taxus berlanderi* Baird, 1858 (Mammalia: Carnivora: Mustelidae) para el Esatado de Veracruz, México, *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 22 (3):
- HAFNER, M.S., Light, J.E., Hafner, D.J., Brant, S.V., Spradling T.A. y J.W. Demastes, 2005, Cryptic species in the Mexican pocket gopher *Cratogeomys merriami*. (Abstract), *Journal of Mammalogy* 86: 6
- HALL, E.R., 1962, A new bat (*Myotis*) from Mexico, *Univ. Kansas Publ., Mus. Nat. Hist.* (14): 161-164.
- , 1981, *The mammals of North America*, John Wiley and Sons, New York, vol. 1: XV+600+90, 2: VI+601-1181+90.

- HALL, E.R. y R. Kelson, 1959, *The Mammals of North America*, The Ronald Press Co., 1:XXX+1-546 +90, 2:VIII+ 547 -1083 + 79 pp.
- HALL, E.R. y T. Alvarez, 1961a, A new species of mouse (*Peromyscus*) from Northwestern Veracruz, Mexico, *Proc. Biol. Soc. Washington* (74): 203-206.
- , 1961b, A new supespecies of pocket gopher (*Heterogeomys*) from northern Veracruz, *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* (10): 121-122.
- HALL, E.R. y T. Alvarez, 1961c, A new supespecies of the Myotis (bat) from eastern Mexico, *Univ. Kansas Publ. Mus. Nat. Hist.* (14): 69-72.
- HALL, E.R. y W Dalquest, 1963, *The mammals of Veracruz*, Lawrence, KS: University of Kansas, 1963, 1ª edición, vol. 14, University of Kansas Publications.
- HERNÁNDEZ, F., 1959, *Historia Natural de la Nueva España. Obras completas*, t. III, vol. II, UNAM.
- HERNÁNDEZ-HUERTA, A., 1994, Instituciones que estudian y trabajan en la protección de la Fauna de Veracruz, en González-Christen A. y A. González-Romero (eds.), *Problemática Ambiental en el Estado de Veracruz: Recursos Faunísticos*, Colegio Profesional de Biólogos del Estado de Veracruz/Gobierno del Estado de Veracruz/ Universidad Veracruzana.
- HERNÁNDEZ, F., 1959, *Historia Natural de la Nueva España. Obras completas*, t. III, vol. II, UNAM.
- JONES, J.K., Jr., Arroyo-Cabrales, J. y R.D. Owen, 1988, Revised Checklist of the bats (Chiroptera) of México and Central America, *Occas. Pappers Mus. Texas Tech University* 120: 1-34.
- LEÓN PANIAGUA L y E. Romo V. 1991. Catálogo de mamíferos (Vertebrata: Mammalia). Serie catálogos del museo de zoología "Alfonso L. Herrera". Fac. Ciencias, Univ. Nac. Auton. México, 2: 1-68.
- LEOPOLD, A.S., 1987, *Fauna Silvestre de México*, Ediciones del Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, México.
- LÓPEZ-WILCHIS, R. y J. López-Jardines, 1998, *Los mamíferos de México depositados en colecciones de Estados Unidos y Canadá*, vol. I, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, 323 pp.
- LÓPEZ-WILCHIS, R. y J. López-Jardines, 1999, *Los mamíferos de México depositados en colecciones de Estados Unidos y Canadá*, vol. II, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, 469 pp.
- , 2000, *Los mamíferos de México depositados en colecciones de Estados Unidos y Canadá*, vol. III, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, 411 pp.
- LÓPEZ-WILCHIS, R., 2003, *Base de datos de los mamíferos de México depositados en colecciones de Estados Unidos y Canadá*, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa (<http://investigacion.izt.uam.mx/mamiferos/>).
- MARCH, M.I., 1994, *La situación actual del tapir en México*, Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste, Serie Monografía, 1: 1-37, San Cristóbal de las Casas.
- MARTÍNEZ-GALLARDO, R. y V. Sánchez-Cordero, 1997, Lista de Mamíferos Terrestres, en S.E. González, R. Dirzo y R.C. Vogt (eds.), 1997, *Historia Natural de Los Tuxtlas*, UNAM/Conabio, México, 647 pp.
- MILLER, G S y R. Kellog. 1955. List of North American recent mammals. U. S. *Natl. Mus. Bull.*, No 255, XII 954 pp.
- MILLER, G.S. Jr., 1897, Revision of the North American bats of the family Vespertilionidae, *N. Amer. Fauna*, 13:1-141, 3 pls., 40 figs.
- MITTERMEIER, R. A. 1988. Primate diversity and the tropical forest: case studies of Brazil and Madagascar and the importance of megadiversity countries. Pp. 145-154, en *Biodiversity* (E. O. Wilson ed.). National Academic Press, Washington
- NARANJO, E.J., 2001, El Tapir en México, *Biodiversitas*, año 7, Conabio.
- NAVARRO, L.D., 1979, *Mamíferos de la Estación de Biología Tropical "Los Tuxtlas" Veracruz*, tesis profesional, UNAM.
- NELSON, E W. 1909. The rabbits of North America. *N. Amer. Fauna*, 29:1-314.
- PEÑAFIEL y Barranco, D. A. 1873 Apuntes de viajes: Paleontología, Botánica y Zoología. *La Naturaleza*, Ser. 2:255-262.

- PÉREZ-HIGAREDA, G. y D. Navarro I. 1980. The faunistic district of the low plains of Veracruz, México, based on Reptilian and Mammalian data. *Bull. Med. Herp. Soc.* 16 (2):54-69.
- PETERSON, A.T., Ortega-Huerta, M., Bartley, A., Sánchez-Cordero, V.J., Soberón, J. Buddemeier, R.H. y D.R.B. Stockwell, 2002, Future projections for Mexican faunas under global climate change scenarios, *Nature* 416: 626-629.
- PRIETO, B.M y V. Sánchez-Cordero, 1993, Sistemas de información geográficos: Un caso de Estudio en Veracruz, en R. Medellín y G. Ceballos (eds.), *Avances en el estudio de los mamíferos de México*, Publicaciones especiales, vol. 1, Asociación Mexicana de Mastozoología, México, 464 pp.
- RAMÍREZ-PULIDO, J., Arroyo-Cabrales, J. y A. Castro-Campillo, 2005, Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestre de México, *Acta Zoológica Mexicana, nueva serie* 21(1).
- RAMÍREZ-PULIDO, J., Britton, M.C., Perdomo, A. y A. Castro, 1986, *Guía de los Mamíferos de México*, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México.
- RAMÍREZ-PULIDO, J., López-Wilchis, R., Müdspacher, C. e I. Lira, 1982, *Catálogo de los Mamíferos Terrestres Nativos de México*, Trillas/Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México.
- RAMÍREZ-PULIDO, J. y A. Castro-Campillo, 1990, *Bibliografía Reciente de los Mamíferos de México 1983-1988*, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México.
- RAMÍREZ-PULIDO, J. y A. Castro-Campillo, 1994, *Bibliografía Reciente de los Mamíferos de México 1989-1993*, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México.
- RAMÍREZ-PULIDO, J., Castro Campillo, A., Armella M.A. y A. Salame-Méndez, 2000, *Bibliografía reciente de los mamíferos de México 1994-2000*, Universidad Autónoma Metropolitana, México.
- REID, F.A., 1997, *A field guide to the mammals of Central America and Southeast Mexico*, Oxford University Press, Nueva York, 334 pp.
- RODRÍGUEZ, P., Soberón, J. y H.T. Arita, 2003, El componente beta de la diversidad de mamíferos de México, *Acta Zoológica Mexicana, nueva serie* 89: 241-259.
- SÁNCHEZ-CORDERO, V., 1993, Estudio Poblacional de la Rata Espinosa (*Heteromys desmarestianus*) en una Selva Húmeda de Veracruz, en Medellín, R. y G. Ceballos (eds.), *Avances en el estudio de los mamíferos de México*, publicaciones especiales, vol. 1, Asociación Mexicana de Mastozoología, México 464 pp.
- SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, C., Romero-Alamaraz M. de L. y C. García-Estrada, 2005, Mamíferos, en J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (eds.), 2005, *Biodiversidad del Estado de Tabasco* 386, Instituto de Biología/UNAM/Conabio, México, cap. 13, pp. 283-304.
- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (Semarnat), 2002, Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo, *Diario Oficial de la Federación* (segunda sección), del 6 de marzo de 2002, 82 pp.
- SOLANES-CARRADO, M.C. y E. Vela, 2000, *Atlas del México Prehispánico Arqueología Mexicana*, núm. especial, Editorial Raíces/Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.
- SOLÍS, S. 1935. El Estado de Veracruz. Flora y Fauna. *Prot. Nat.* 1 (2): 119-126.
- SOSA, V.J., A. Hernández-Huerta y J.A. Vargas Contreras, 2005, Los Mamíferos, en G. Sánchez, P. Reyes-Castillo, y R. Dirzo (eds.), 2005, *Historia natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo*, Instituto de Ecología y Alimentos, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Ciudad Victoria, Tamps.
- VÁZQUEZ-YANES, C., A Orozco, F. Geneive y L. Trejo. 1975. Observations on seed dispersal by bats in a tropical humid region in Veracruz, México. *Biotropica*, 7(2):73-76.

- VILLA R, B. 1967. *Los Murciélagos de México. Su importancia en la economía y la salubridad- su clasificación sistemática*. Inst. Biol., UNAM. México, XVI 491 pp.
- VILLA, R., B y F.A. Cervantes, 2003, *Los mamíferos de México*, Instituto de Biología, UNAM, Grupo Editorial Iberoamérica, México.
- VILLADA, M. M. 1914. Breve noticia de un viaje de exploración a diversos lugares en el Estado de Veracruz. *La Naturaleza*, Ser 3,1:53-92.
- WEBER, W. A. 1944. Wildlife of Tabasco and Veracruz. *Natl. Geogr. Mag.* 87:187-216.
- WILSON, D.E. y D.A.M. Reeder (eds.), 1993, *Mammal Species of the World A Taxonomic and Geographic reference*, Second Ed., Smithsonian Inst. Pr., Washington and London in assoc. American Soc. Mammalogist.
- WILSON, E.E. y S. Ruff (eds.), 1999, *The Smithsonian book of North American mammals*, Smithsonian Inst. Pr., Washington, D.C.
- WOODMAN, N., 2005, Evolution and biogeography of mexican small-eared Shrews of the *Cryptotis mexicana* group (Insectivora: Soricidae), en *Contribuciones mastozoológicas en Homenaje a Bernardo Villa*, Instituto de Biología/Instituto de Ecología, UNAM/Conabio, México, cap 42, pp. 523-534.

La conservación de la diversidad de mamíferos medianos: importancia de los cafetales



Sonia Gallina Tessaro
Alberto González-Romero
Jorge García-Burgos

INTRODUCCIÓN

El agrosistema cafetalero representa la actividad económica más importante de la región centro de Veracruz, México. El estado es la segunda productora de café más importante en México. Esta región contribuyó con el 42.25 % de la producción de café en el 2000-2001 y actualmente tiene 21 089 productores de café cubriendo 58 712 ha, equivalente al 7.33 % de la superficie dedicada a esta actividad (Hernández Córdova, com. pers.).

A pesar de que el café es una planta exótica, presenta sistemas de manejo amigables para la conservación. Por ejemplo, en los cafetales rústicos, algunas especies nativas pueden continuar viviendo y mantienen las estructuras y funciones de los ecosistemas, además permiten altas diversidades de invertebrados y vertebrados por la sombra de más de 40 especies de árboles (Perfecto *et al.*, 1996).

La fauna que se encontraba en los bosques mesófilos, con una alta proporción de endemismos, según Flores-Villela y Navarro (1993), y con un

número elevado de mamíferos en comparación con otros hábitats, según Fa y Morales (1993, en Challenger 1998), es la que se esperaría encontrar en los cafetales que ocupan actualmente estos sitios.

El bosque mesófilo de montaña dominaba la región cubriendo el 28 % de la vegetación que se encontraba por arriba de los 800 msnm, pero entre 1984 y 2000, 12.7 % (aproximadamente 19 000 ha) se perdieron debido a la conversión a cultivos, pastizales para ganadería y expansión urbana (Manson *et al.*, 2004).

Por esta pérdida de hábitat, se ha puesto en riesgo a la fauna, especialmente a especies con requerimientos ecológicos muy específicos como algunos mamíferos medianos. Por lo que un reto importante es tratar de compaginar sistemas productivos con la conservación de la biodiversidad.

Existen diversas formas de manejo de los cafetales: tradicional o rústico, donde el café se produce bajo la sombra de la vegetación original; policultivos, donde la sombra proviene de árboles introducidos, y dos formas recientes con sombra

monoespecífica y sin sombra (Moguel y Toledo, 1999). En este trabajo se analiza el agroecosistema cafetalero en sus distintas modalidades de manejo, para determinar cuáles son las variables que afectan en mayor medida la presencia de mamíferos medianos, comparando los resultados con las condiciones naturales de un bosque mesófilo de montaña ubicado en Huatusco (Las Cañadas), y así sugerir estrategias de manejo que permitan una producción comercialmente competitiva, así como la conservación de la fauna.

La hipótesis de trabajo es que las plantaciones de café con un manejo más tradicional y menos intensivo, con una mayor diversidad del estrato arbóreo, tendrán una mayor diversidad de especies, en contraste con las fincas en las que el manejo es más intensivo y sin sombra.

Para probar esta hipótesis, se buscó cubrir los siguientes objetivos particulares:

1. Conocer la riqueza y diversidad de especies en las fincas con manejos diferentes, su similitud y complementariedad.
2. Identificar y caracterizar los diferentes gremios de especies presentes en las fincas de acuerdo a su alimentación y tipo de locomoción.
3. Identificar algunos factores que estén afectando la presencia de especies de mamíferos en los cafetales.

ANTECEDENTES

Existen algunos estudios ecológicos sobre cafetales en la región (Jiménez-Avila, 1979; Jiménez-Avila y Correa-Peña, 1980; Jiménez-Ávila y Gómez-Pompa, 1982; Gallina *et al.*, 1996; Perfecto *et al.*, 1996). Sin embargo, son escasos los estudios acerca de la fauna que vive en esos agroecosistemas, como lo presentan Moguel y Toledo (1999); algunos acerca de la avifauna como los de Aguilar-Ortiz (1982), Wille (1994), Gordon *et al.* (2007); sobre mamíferos los de Gallina *et al.* (1992, 1996); mientras que

para los anfibios y reptiles dentro de los cafetales se tienen los trabajos recientes de Pineda y Halffter (2004, 2005). Existe un trabajo similar que compara la diversidad de mamíferos en cafetales y en selva mediana de las Cañadas de la Selva Lacandona, Chiapas, México (Cruz-Lara *et al.*, 2004).

MÉTODO

De la literatura se reconstruyó la fauna de mamíferos original de la zona (Hall, 1981; Hall y Dalquest, 1963). Se seleccionaron ocho fincas en el centro de Veracruz (tres en la zona de Huatusco y cinco en la zona Coatepec-Xalapa) entre los 1 000 y 1 400 msnm, y se hicieron salidas al campo de 2003 a 2006. Las fincas y sus características se muestran en el cuadro 1 (Manson *et al.*, 2004).

Las fincas se muestrearon cuatro veces (40 muestreos en total) utilizando trampas de caja "Tomahawk", colocando 10 trampas por sitio durante dos noches consecutivas. Los mamíferos capturados fueron medidos, pesados, marcados y liberados *in situ*. También se utilizaron cinco cámaras-trampas por finca durante 4 días continuos. Las especies registradas se clasificaron por el tipo de locomoción y forrajeo tomando como base el trabajo de Robinson y Redford (1986).

Se obtuvo la Diversidad Ecológica de Mamíferos que considera los gremios (es decir, el papel que desempeñan los animales en el ecosistema), en los cuales se ubican las especies encontradas en los distintos cafetales, usando el Índice de Shannon-Wiener (apéndice VIII.46). También se obtuvo la Equitatividad Ecológica o Índice de Pielou (J') que permite conocer cómo están distribuidas las especies en los diferentes gremios.

La diversidad *Alfa* o diversidad puntual se considera al número de especies presentes en un lugar. Mientras que la diversidad *Beta* o complementariedad (Magurran, 1988, 2005; Pielou, 1975), mide las diferencias (el recambio) entre las especies de dos

sitios o tipos de comunidad, para expresar el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ella, por lo que entre más complementarios sean dos sitios, más alta será su diversidad *Beta* (Colwell y Coddington, 1994).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registraron 24 especies de mamíferos medianos (tres marsupiales, dos edentados, un lagomorfo, seis roedores y 12 carnívoros). Esta diversidad representa el 75 % de los 32 mamíferos que originalmente estaban reportados para la zona en el bosque mesófilo (cuadro 2; Hall y Dalquest, 1963; Hall, 1981). La diversidad *Alfa* varió de ocho a 21 especies entre fincas (cuadros 1 y 6).

El mayor número de especies de mamíferos medianos se encontró en las fincas donde el estrato arbóreo presentó un mayor número de especies, así como más especies de árboles nativos (cuadros 1 y 2). Esto puede indicar la importancia del manejo de las fincas, siendo relevante la diversificación de los árboles de sombra, si se desea conservar un mayor número de especies de mamíferos medianos.

Los mamíferos medianos más comunes fueron: tlacuache (*Didelphis marsupialis*), armadillo (*Dasyopus novemcinctus*), conejo (*Sylvilagus floridanus*) y zorra (*Urocyon cinereoargenteus*). Entre las especies raras están el chupamiel o brazofuerte (*Tamandua mexicana*), el grisón (*Galictis vittata*) y el yaguarundi (*Puma yagouaroundi*). Las especies que no se registraron en los sitios de estudio son principalmente carnívoros: ocelote (*Leopardus pardalis*), nutria (*Lontra longicaudis*), zorrillo cadeno (*Conepatus leuconotus*) y el viejo de monte (*Eira barbara*); y los ungulados como el jabalí de collar (*Pecari tajacu*) y el temazate (*Mazama temama*); así como los monos araña (*Ateles geoffroyi*).

En cuanto al tipo de locomoción, los mejor representados fueron las especies de hábitos terrestres (45.8 %) y en cuanto al tipo de forrajeo, los frugívoros-omnívoros (33.3 %), junto con los frugívoros-granívoros (20.8 %; cuadro 2). Los mamíferos terrestres son los que ocuparon el mayor porcentaje de especies en casi todos los cafetales (cuadro 3). En cambio, los arborícolas presentaron mayor porcentaje en las Cañadas y El Mirador, que son los sitios que tienen estratos arbóreos más diversos.

CUADRO 1. Características de las fincas del centro de Veracruz, correspondiendo las tres primeras a la Zona Huatusco y las restantes a la Zona Coatepec- Xalapa.

NOMBRE (ABREVIATURA)	TIPO DE MANEJO	EXTENSIÓN (ha)	ALTITUD (msnm)	NÚM. SPP ARBÓREAS NATIVAS	NÚM. TOTAL SPP.	ALTURA ÁRBOLES PROMEDIO (m)	ÁREA BASAL PROMEDIO (cm²)	DENSIDAD PROMEDIO
Las Cañadas (CAÑ)	Bosque	298.62	1 380	51	70	10.9	29.0	684.1
El Mirador (MIR)	Bajo Monte o Rústico	138.65	1 100	19	45	12.6	18.2	137.3
La Vequia (LVS)	Bajo Monte- Sombra Especializada	113.85	1 050	13	24	14.2	16.5	152.7
Virginia Armand (ARM)	Policultivo	15.74	1 160	13	21	9.6	29.0	160.8
El Zopilote (ZOP)	Sombra especializada	10.26	1 060	16	21	10.6	21.3	120.0
La Orduña (ORD)	Policultivo	195.99	1 220	10	18	9.9	16.4	164.9
La Onza (ONZ)	Policultivo	1.96	1 140	14	31	6.6	16.3	209.8
Teocelo (SOL)	Sin sombra	45.04	1 200	0	0	0	0	0

CUADRO 2. Lista de mamíferos medianos encontrados en cafetales.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	L	F	PESO (g)	1	2	3	4	5	6	7	8	TOTAL SITIOS
MARSUPIALES													
<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache	E	F-O	1 041	X	X	X	X	X	X	X	X	8
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	E	F-O	2 300	-	X	X	X	X	X	X	-	6
<i>Philander opossum</i>	Chipe	T	I-O	400	-	-	-	X	-	X	X	-	3
EDENTADOS													
<i>Dasyus novemcinctus</i>	Tochi o Armadillo	T	I-O	3 544	X	X	X	X	X	X	X	X	8
<i>Tamandua mexicana</i>	Chupamiel o Brazofuerte	A	M	4 210		X	X	-	-	-	-	-	2
ROEDORES													
<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla	A	F-G	338	X	X	X	X	X	X	X	X	8
<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla	A	F-G	220	-	X	X	-	-	-	-	-	2
<i>Orthogeomys hispidus</i>	Tuza	F	H-P		X	X	X	X	X	X	X	X	8
<i>Sphiggurus mexicanus</i>	Viztlacuache o Puerco espín	A	F-G	1 000	X	X	X	X	X	-	-	-	5
<i>Dasyprocta mexicana</i>	Cuaqueche	T	F-G	3 600	X	X	-	-	-	-	-	-	2
<i>Cuniculus paca</i>	Tepezcuintle o Tuza Real	T	F-G	8 227	-	X	-	-	-	-	-	-	1
LAGOMORFOS													
<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo	T	H-P	1 025	X	X	-	X	-	X	X	X	6
CARNÍVOROS													
<i>Canis latrans</i>	Coyote	T	C	10 000	X	X	-	X	X	X	-	X	6
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra	T	F-O	5 500	X	X	X	X	-	X	X	X	7
<i>Puma yagouaroundi</i>	Yaguarundi u Onza Real	T	C	5 000	X	X	-	-	-	-	-	-	2
<i>Leopardus wiedii</i>	Tigrillo o Gato Montés	A	C	3 500	X	X	-	-	-	X	-	-	3
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo	T	I-O	2 500	X	X	X	-	-	X	-	X	5
<i>Galictis vittata</i>	Grisón	T	C	2 910	X	-	-	-	-	-	X	-	2
<i>Mustela frenata</i>	Comadreja u Onzita	T	C	450	X	X	X	X	-	X	-	-	5
<i>Potos flavus</i>	Martucha	A	F-O	2 490	X	X	-	-	-	-	-	-	2
<i>Bassariscus astutus</i>	Sietillo o Cacomixtle	E	F-O	1 200	-	-	-	-	-	-	-	X	1
<i>Bassariscus sumichrasti</i>	Sietillo o Cacomixtle	E	F-O	1 400	X	X	-	X	X	X	X	-	6
<i>Nasua narica</i>	Tejón	E	F-O	3 880	X	X	X	X	-	X	-	-	5
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	E	F-O	8 850	X	X	X	X	-	X	-	X	6
TOTALES					19	21	12	14	8	15	10	10	

T: terrestre; E: escansorial; A: arborícola y F: fosorial; y forrajeo (F) H-P: Herbívoro-Pastador; F-G: Frugívoro-Granívoro; F-O: Frugívoro-Omnívoro; I-O: Insectívoro-Omnívoro; M: Mirmecófago; C: Carnívoro, de acuerdo a Robinson y Redford (1986). Sitios de muestreo siguiendo el gradiente de manejo: 1: Las Cañadas, 2: El Mirador, 3: La Vequia, 4: Armand, 5: Zopilote, 6: La Orduña, 7: La Onza, 8: Teocelo-Sol.

CUADRO 3. Clasificación de los mamíferos de acuerdo al tipo de locomoción.

%	CAÑ	MIR	LVS	ARM	ZOP	ORD	ONZ	SOL
T	47.37	42.86	33.33	42.86	25.00	46.67	50.00	50.00
E	21.05	23.81	33.33	35.71	37.50	33.33	30.00	30.00
A	26.32	33.33	25.00	14.29	25.00	13.33	10.00	10.00
F	5.26	4.76	8.33	7.14	12.50	6.67	10.00	10.00

(T: terrestre; E: escansorial; A: arborícola y F: fosorial). Los números indican porcentaje de cada grupo en la comunidad de mamíferos medianos.

CUADRO 4. Clasificación de los mamíferos de acuerdo al tipo de forrajeo.

%	CAÑ	MIR	LVS	ARM	ZOP	ORD	ONZ	SOL
H-P	10.53	9.52	8.33	14.29	12.50	13.33	20.00	22.22
F-G	15.79	28.57	25.00	14.29	25.00	6.67	10.00	11.11
F-O	31.58	33.33	41.67	42.86	37.50	46.67	40.00	44.45
I-O	10.53	9.52	16.67	14.29	12.50	13.33	20.00	22.22
M	5.26	4.76	0	0	0	0	0	0
C	26.32	19.05	8.33	14.29	12.50	20.00	10.00	11.11

H-P: Herbívoro-Pastador; F-G: Frugívoro-Granívoro; F-O: Frugívoro-Omnívoro; I-O: Insectívoro-Omnívoro; M: Mirmecófago; C: Carnívoro. Los números indican porcentaje de cada grupo en la comunidad de mamíferos medianos.

En el cuadro 4 se aprecian los diferentes porcentajes de acuerdo al tipo de forrajeo que tuvieron las comunidades de mamíferos en las diversas fincas, siendo el grupo de los frugívoros los de mayor relevancia (más del 50 % de las especies), lo que revela la importancia de mantener en las fincas árboles que produzcan frutos comestibles si se quiere mantener la biodiversidad de mamíferos medianos.

En cuanto a la diversidad ecológica, ésta varió de 1.37 en la finca Zopilote (de la zona Coatepec-Xalapa) a 1.89 en Las Cañadas (zona Huatusco) y el número de gremios varió de cinco a 11, respectivamente (cuadro 5).

Si se considera el criterio de similitud de Sánchez y López (1988) que establece que para que dos faunas puedan considerarse similares deben sobrepasar un 66.6 % de similitud, entonces, se puede decir que las comunidades de mamíferos medianos que son similares en este estudio fueron: Las Cañadas con El Mirador, ambos sitios en Huatusco, El Mirador y La Orduña (en Coate-

pec), y La Onza y Zopilote (en la zona Coatepec-Xalapa) (cuadro 6).

Los resultados en cuanto a la Diversidad *Beta* obtenida por el Índice de Complementariedad (cuadro 7) muestran que los cafetales que se encuentran en la zona de Huatusco (Cañadas, Mirador y La Vequia) complementan la riqueza de mamíferos que se encuentran en la zona Coatepec-Xalapa, sobre todo con las fincas Onza y Sol, siendo los valores superiores al 60 %. Esto indica que para fines de conservación de los mamíferos medianos es importante tratar de que se mantengan los agroecosistemas cafetaleros en ambas zonas.

En los cafetales que presentan estrato arbóreo diverso (los rústicos) aún se encuentran mamíferos medianos que están en alguna categoría de riesgo, lo cual incrementa el valor que tienen estos agroecosistemas para la conservación. Las especies de mamíferos que se encuentran protegidas por la CITES (Wilson y Reeder, 2005) son: la onza o yaguarundi (*Puma yagouaroundi*) (también reconocida por la

IUCN y la NOM059-SEMARNAT-2001 como especie amenazada), el tigrillo (*Leopardus wiedii*) aparece en el apéndice I, y el brazo fuerte (*Tamandua mexicana*) en el apéndice III. Estas dos últimas especies están consideradas en peligro de extinción por las leyes mexicanas. El puercoespín o viztlacuache (*Sphiggurus mexicanus*) y el grisón (*Galictis vitata*) se encuentran amenazadas en México. La martucha (*Potos flavus*) y el cacomixtle (*Bassariscus sumichrasti*) también son especies protegidas bajo planes de manejo específicos.

CONCLUSIONES

Los cafetales más ricos y diversos en especies de mamíferos medianos fueron los que presentaron un estrato arbóreo más diverso y que están localizados cercanos a barrancas. Así, vemos que no sólo el manejo de la finca es relevante para la conservación, sino las características del paisaje que rodea a la finca, ya que en el cafetal de sol se registraron más especies de las esperadas por encontrarse rodeado por barrancas que les sirve de refugio a la fauna, utilizando sólo como paso al cafetal.

CUADRO 5. Datos de los mamíferos medianos en los distintos cafetales, considerando los gremios definidos por el tipo de locomoción y forrajeo (según Robinson y Redford, 1986).

	CAÑ	MIR	LVS	ARM	ZOP	ORD	ONZ	SOL
Gremios	10	11	6	7	5	8	7	7
Riqueza	19	21	12	14	8	15	10	10
Diversidad	1.89	1.80	1.49	1.59	1.37	1.48	1.47	1.47
Equitabilidad	0.82	0.75	0.83	0.82	0.85	0.71	0.76	0.76

CUADRO 6. Número de especies compartidas en el triángulo superior y el Índice de Jaccard de Similitud en el triángulo inferior. En negritas los más parecidos.

	MIR	CAÑ	ORD	ARM	SOL	LVS	ZOP	ONZ
MIR		18	14	13	9	12	8	8
CAÑ	0.82		13	12	9	10	7	8
ORD	0.70	0.62		11	9	10	7	9
ARM	0.59	0.55	0.61		8	10	8	8
SOL	0.41	0.42	0.56	0.50		7	5	6
LVS	0.57	0.48	0.59	0.63	0.47		6	6
ZOP	0.38	0.33	0.44	0.57	0.38	0.43		6
ONZ	0.35	0.38	0.56	0.50	0.38	0.38	0.67	

CUADRO 7. Diversidad Beta o Complementariedad de las riquezas de especies de mamíferos medianos (%) de las diferentes fincas cafetaleras del centro de Veracruz, México.

	MIR	VLS	ARM	ZOP	ORD	ONZ	SOL
CAÑ	18	52	43	65	38	62	55
MIR		43	41	62	36	65	59
LVS			38	57	41	63	53
ARM				43	39	50	50
ZOP					56	50	62
ORD						44	44
ONZ							57

Entre los riesgos que detectamos para los mamíferos, además de la transformación de los cafetales a otros cultivos como la caña, se identificó a la cacería de “subsistencia” y recreativa. Esto ha sido confirmado a través de entrevistas a cazadores activos de la zona (Tlapaya, 2008). Esta autora muestra que las especies cazadas con mayor regularidad son: el armadillo, el tlacuache (*D. virginiana*) y el conejo. Este problema resulta más serio si consideramos el uso de perros no especializados en la caza que pueden matar un mayor número de individuos o dejarlos malheridos. De hecho, más del 30 % de los tlacuaches capturados tenían heridas serias. Desafortunadamente, no existe ningún control de estas actividades. Es necesario tomar medidas urgentes para disminuir esta fuerte presión.

Los cafetales, sobre todo los rústicos y los policultivos, pueden mantener una diversidad de mamíferos importante, incluyendo especies que se encuentran en alguna categoría de riesgo. Se debe evitar a toda costa que se transformen en otros cultivos más agresivos (como la caña) para la conservación de la fauna, promoviendo incentivos de distintos tipos. Además, se recomienda controlar la cacería, sobre todo con el uso de perros.

LITERATURA CITADA

- AGUILAR-ORTÍZ, F., 1982, Estudio ecológico de las aves del cafetal, en Jiménez-Avila. E. y A. Gomez-Pompa (eds.), *Estudios ecológicos en el agroecosistema cafetalero*, Compañía Editorial Continental, México, pp. 103-128.
- AUGUST, P., 1983, The role of habitat complexity and heterogeneity in structuring tropical mammal communities, *Ecology* 64: 1495-1507.
- CHALLENGER, A., 1998, *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: pasado, presente y futuro*, Conabio/UNAM, Agrupación Sierra Madre, S.C.
- CRUZ-LARA, L.C. Lorenzo, L. Soto, E. Naranjo y N. Ramírez-Marcial, 2004, Diversidad de mamíferos en cafetales y selva mediana de Las Cañadas de la Selva Lacandona, Chiapas, México, *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 20: 63-81.
- FLORES-VILLELA, O. y A.G. Navarro, 1993, Un análisis de los vertebrados terrestres endémicos a Mesoamérica en México, *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* (Edición Especial) XLIV: 387-395.
- GALLINA, S., S. Mandujano y A. González-Romero, 1992, Importancia de los cafetales mixtos para la conservación de la biodiversidad de mamíferos, *Boletín de la Sociedad Veracruzana de Zoología* 2: 11-17.
- , 1996, Conservation of mammalian biodiversity in coffee plantations of Central Veracruz, Mexico, *Agroforestry Systems* 33: 13-27.
- GORDON, C., R. Manson, J. Sundberg y A. Cruz-Angón, 2007, Biodiversity, profitability, and vegetation structure in a Mexican coffee agroecosystem, *Agriculture, Ecosystems & Environment* 118: 256-266.
- HALL, E.R., 1981, *The Mammals of North America*, John Wiley & Sons, New York 1: XV + 1-600 + 90 y 2:VI +601-1118 + 90
- HALL, E.R. y W.W. Dalquest, 1963, *The Mammals of Veracruz*, Publ. Univ. Kansas. Mus. Nat. Hist. 14:165-362.
- HALFFTER, G. y C. Moreno, 2005, Significado biológico de las Diversidades *Alfa*, *Beta* y *Gamma*, en G. Halffter, J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (eds.), *Sobre Diversidad Biológica: el significado de las diversidades, alfa, beta y gamma*, SEA/Conabio/DIVERSITAS/CONACYT, pp. 5-18.
- JIMÉNEZ-ÁVILA, E., 1979, Estudios ecológicos del agroecosistema cafetalero: I Estructura de los cafetales de una finca cafetalera de Coatepec, Ver., México, *Biótica* 4 (1):1-12
- JIMÉNEZ-ÁVILA, E. y C. Correa-Peña, 1980, Producción de materia orgánica en un bosque caducifolio de la zona cafetalera de Xalapa, Ver. México, *Biótica* 5 (4): 157-167.

- JIMÉNEZ-ÁVILA, E. y A. Gómez-Pompa, 1982, *Estudios ecológicos en el agroecosistema cafetalero*, Compañía Editorial Continental, México, 143 pp.
- MAGURRAN, A.E., 1988, *Ecological diversity and its measurement*, Princeton University Press, Princeton, Nueva Jersey, 179 pp.
- , 2005, *Measuring Biological Diversity*, Blackwell Publishing, Oxford UK, 256 pp.
- MANSON, R., G. Williams-Linera y R. Monroy, 2004, El bosque de niebla, *Pronatura* 6: 32-33.
- MOGUEL, P. y V. Toledo, 1999, Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico, *Conservation Biology* 13: 11-21
- PIELOU, E.C., 1975, *Ecological Diversity*, John Wiley & Sons, Inc., Nueva York, 165 pp.
- PERFECTO, I., R. Rice, R. Greenberg y M. Van Der Voort, 1996, Shade coffee: a disappearing refuge for diversity, *BioScience* 46: 598-608.
- PINEDA, E. y G. Halffter, 2004, Species diversity and habitat fragmentation: frogs in a tropical landscape in Mexico, *Biological Conservation* 117: 449-508
- , 2005, Relaciones entre la fragmentación del bosque de niebla y la diversidad de ranas en un paisaje de montaña de México, en G. Halffter, J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (eds.), *Sobre Diversidad Biológica: el significado de las diversidades, alfa, beta y gamma*, SEA/Conabio/DIVERSITAS/Conacyt, pp.165-176.
- SÁNCHEZ, O. y G. López, 1988, A theoretical analysis of some indices of similarity as applied to biogeography, *Folia Entomológica Mexicana* 75: 119-145.
- SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (Semarnat), 2002, Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2001), Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestre- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo, *Diario Oficial de la Federación*, México.
- TLAPAYA, L., 2008, *La cacería sobre mamíferos medianos en cafetales del centro de Veracruz, México*, Escuela de Biología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- WILLE, C., 1994, The birds and the beans, *Audubon* 80: 58-64.
- WILLIAMS-LINERA, G., A.M. López-Gómez y M.A. Muñoz-Castro, 2005, Complementariedad y patrones de anidamiento de especies de árboles en el paisaje de bosque de niebla del centro de Veracruz (México), en G. Halffter, J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (eds.), *Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades Alfa, Beta y Gamma*, Conabio/SEA/DIVERSITAS/CONACYT, pp.153-164.
- WILSON, D.E. y D.M. Reeder (eds.), 2005, *Mammal Species of the World: a taxonomic and geographic reference*, 3ª edition, The John Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, 2 142 pp.

La fragmentación del paisaje y la pérdida del hábitat, sus efectos sobre comunidades de murciélagos



Raíces zancas. Banco de imágenes de Conabio
(Foto: Mary Carmen García)

Guillermo Vázquez-Domínguez
Jorge Galindo-González
Rafael Flores-Peredo

INTRODUCCIÓN

La fragmentación del paisaje y la pérdida del hábitat, originadas por la acción del hombre, son dos de las principales causas de la pérdida de biodiversidad en el planeta (Laurance *et al.*, 2002; Primack, 2002; Fahrig, 2003; Wiegand *et al.*, 2005). Suponer que son parte de un mismo proceso es un problema común en muchas investigaciones que abordan sus efectos sobre poblaciones o comunidades. Diferenciar entre la fragmentación del paisaje y la pérdida del hábitat, y comprender cómo afectan la dinámica de las poblaciones es prioritario para garantizar la conservación de las especies en ambientes transformados por el hombre (Fahrig y Merriam, 1994; Huxel y Hastings, 1999; Fahrig, 1997, 2003).

Los murciélagos, después de los roedores, son el segundo grupo de mamíferos más diverso y distribuido en todo el mundo (Wilson y Reeder, 1993; Kalko, 1998); existen 475 especies de mamíferos

registradas en México, 137 (30 %) son murciélagos (Ramírez-Pulido *et al.*, 2005). Este grupo es particularmente diverso y abundante en bosques tropicales, donde las distintas especies realizan funciones clave como dispersores de semillas, polinizadores, depredadores de insectos y algunos vertebrados en menor escala (Barclay y Lawrence, 2003). Los murciélagos están presentes en todos los ecosistemas con algún tipo de vegetación, son muy sensibles a las perturbaciones del hábitat (Galindo-González y Sosa, 2003; Galindo-González, 2004), y se les considera como un buen grupo indicador del estado de conservación de las selvas del Neotrópico (Noss, 1990; Fenton *et al.*, 1992; Kalko, 1998; Medellín *et al.*, 2000).

En este capítulo definimos al hábitat y los conceptos de la fragmentación del paisaje y la pérdida del hábitat, y lo discutimos con datos de estudios de comunidades de murciélagos realizados en selvas del estado de Veracruz.

CONCEPTO DE HÁBITAT

El hábitat implica más que un tipo de vegetación o su estructura, involucra también los recursos necesarios para cada organismo, relaciona la presencia de especies, poblaciones o individuos (planta o animal), con las características físicas y biológicas en un área determinada. Un hábitat es el conjunto y combinación de recursos y condiciones específicos necesarios, en un tiempo y espacio, que fomentan la ocupación (establecimiento) de los individuos de una especie dada (población) y que les permite sobrevivir y reproducirse.

De manera general, el hábitat debe reunir cuatro requisitos básicos para las especies: 1) alimento; 2) refugio; 3) agua, y 4) suficiente espacio para encontrar estos recursos y desplegar su comportamiento natural (Block y Brennan, 1993). Sin embargo, debido a su historia natural y evolutiva, las especies requieren distintos tipos de hábitat o combinaciones de éstos para asegurar la viabilidad poblacional (Hall *et al.*, 1997). De esta forma, el hábitat de una especie puede abordarse a diferentes escalas espaciales y temporales, desde eventos biogeográficos y evolutivos que se reflejan en su distribución actual, hasta los que involucran las características estructurales del microhábitat y los comportamientos que realiza una especie para asegurar su supervivencia (Wiens, 1989; Turner, 1989). La clave para concebir un hábitat es que es *especie-específico*, lo que representa un hábitat para una especie, puede no serlo para otra. Donde sea que una especie es suministrada con recursos que le permitan sobrevivir, es un hábitat (Hall *et al.*, 1997).

¿FRAGMENTACIÓN O PÉRDIDA?

Los procesos de fragmentación del paisaje y la pérdida del hábitat generalmente ocurren de forma simultánea, sin embargo, la pérdida del hábitat tiene las peores consecuencias sobre las especies (Fahrig,

2002, 2003). Ambos procesos tienen su origen en eventos estocásticos o antropogénicos que alteran drásticamente la calidad y el arreglo espacial de los elementos del paisaje, al igual que las condiciones climáticas y microclimáticas de los hábitats (Saunders *et al.*, 1991; Fahrig, 1997); pero la intensidad de sus efectos varían espacial y temporalmente en función de las especies, así como de los mecanismos que los originan (Collingham y Huntley, 2000; Fahrig, 2003), puede haber una gran pérdida de hábitat sin que se presente fragmentación (figura 1).

La fragmentación del paisaje y la pérdida del hábitat afectan severamente la dinámica de las poblaciones (Fahrig, 1998, 2001), la estructura de las comunidades y la continuidad de las interacciones en que participan las especies, y en muchos casos ocasionan su extinción (Turner, 1996; Fahrig, 1998; Melian y Bascompte, 2002; Wiegand *et al.*, 2005).

FRAGMENTACIÓN DEL PAISAJE

La fragmentación del paisaje, sucede a distintas escalas espaciales y se origina por distintos eventos de perturbación, por lo tanto, definir el proceso de fragmentación requiere identificar tres puntos clave: 1) la escala a la cual sucede, 2) los mecanismos que la originan, y 3) la configuración espacial del paisaje resultante después de la fragmentación (Turner, 1989). El paisaje es un mosaico de parches de hábitats en el que cada parche (*parche focal*) está inserto en una matriz (Dunning *et al.*, 1992). Un paisaje es heterogéneo por naturaleza, esta heterogeneidad se origina por distintos procesos ecológicos que ocurren a distintas escalas espaciales y temporales (Janzen, 1970; Dunning *et al.*, 1992), de esta forma la composición, el arreglo espacial y fisonómico de los distintos elementos que conforman el paisaje, influyen sobre las poblaciones y comunidades; es decir, la riqueza, la abundancia, la distribución, etc., de las especies, son el resultado de cambios o diferencias en la dis-

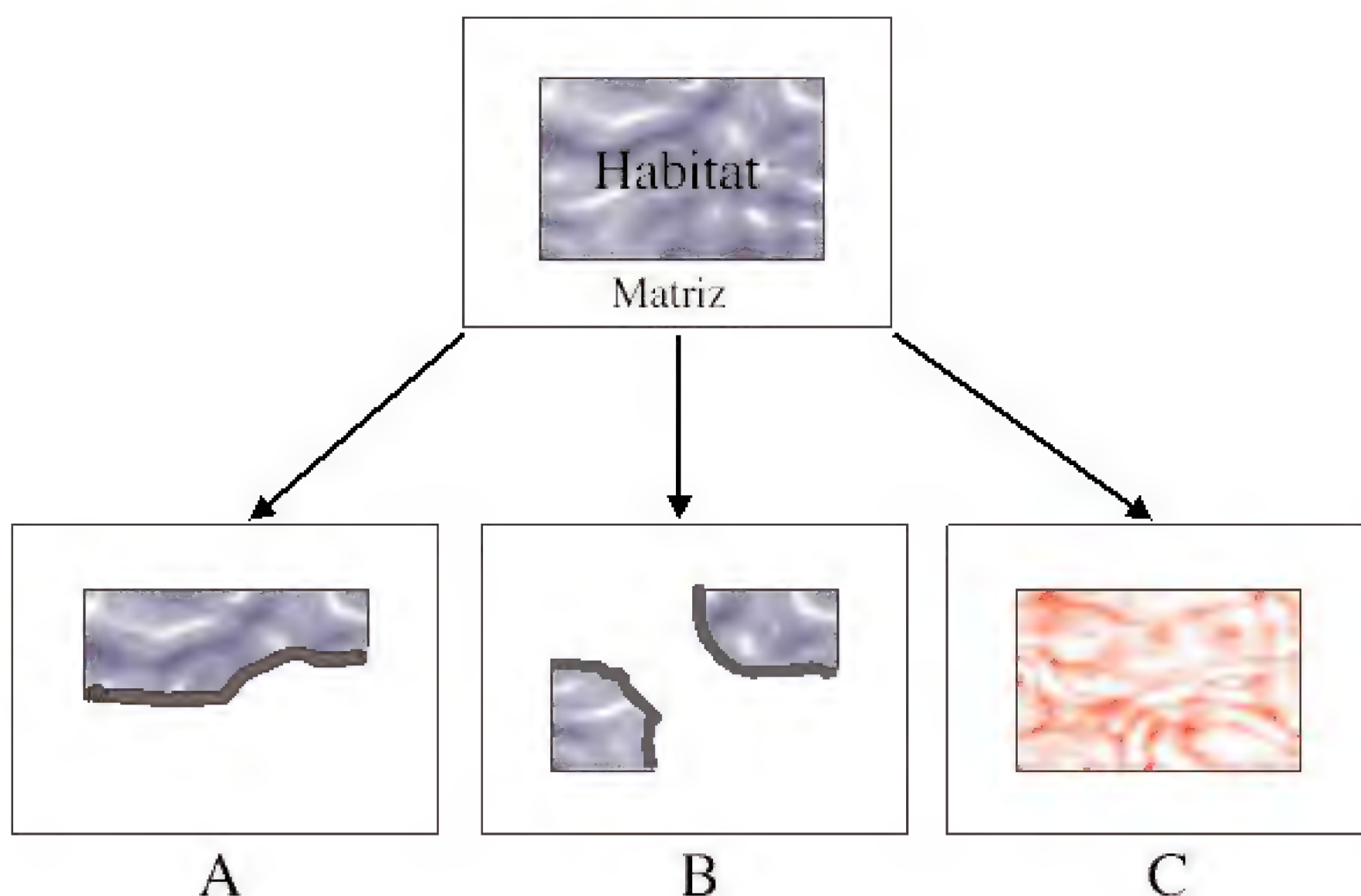


FIGURA 1. Transformación de un hábitat hipotético, en el que se muestra la relación entre la pérdida del hábitat y la fragmentación. A) Pérdida de hábitat sin fragmentación; se reduce la cantidad de hábitat y se forman bordes en la colindancia con la matriz del paisaje. B) Pérdida de hábitat y fragmentación; se reduce y divide la cantidad de hábitat, además de formarse bordes en la colindancia con la matriz. C) Pérdida de calidad del hábitat; no hay reducción de la cantidad de hábitat, pero la disminución en calidad puede significar la pérdida total del hábitat para determinada especie.

ponibilidad local de los recursos en el tiempo y espacio (Turner, 1989).

Los efectos de la fragmentación sobre las especies son a corto plazo, debido a que el hábitat es resiliente; significa que la selva o el bosque pueden recuperarse y volver a su estado original por medio de procesos naturales de sucesión forestal (Hansen *et al.*, 1991), siempre y cuando se le permita. Así, desde el punto de vista de las especies, la perturbación estocástica puede producir distintos hábitats, mantener la complejidad estructural de los mismos, y promover la diversidad de plantas y animales (Dunning *et al.*, 1992; Turner *et al.*, 2003; Mac Nally *et al.*, 2004). La fragmentación de origen

antropogénico no ocurre al azar, el hombre determina la causa y magnitud de la fragmentación; así, las áreas de topografía poco accidentada, son las más vulnerables y propicias para usos agrícolas y ganaderos, asentamientos humanos o explotación forestal; en estas circunstancias la resiliencia del hábitat es mínima o nula (Saunders, 1991; Laurance *et al.*, 2002).

El proceso de fragmentación del paisaje tiene tres características principales que repercuten en el ambiente físico y en las especies del paisaje: 1) la reducción o pérdida del área de hábitat original disponible, 2) la división del hábitat continuo en fragmentos (remanentes) rodeados por una matriz, y 3)

disminución en el tamaño de los remanentes de hábitat y un aumento en el aislamiento de los parches de hábitat (Saunders *et al.*, 1991; Fahrig y Merriam, 1994).

Las especies más susceptibles a la fragmentación del paisaje son aquellas sensibles: *a) al aislamiento*, ya que son afectadas por las barreras de dispersión creadas por la nueva matriz del hábitat, *b) al tamaño del área*, debido a que tienen requerimientos de áreas extensas y los fragmentos no son adecuados para satisfacerlos, y *c) los cambios físicos y biológicos*, relacionados con la alteración del microclima y configuración espacial de los recursos (Clarke y Young, 2000; Fahrig, 2003).

Un paisaje fragmentado menos heterogéneo (*e.g.*, fragmentos de selva rodeados por una matriz de caña de azúcar), plantea dificultades a aquellas especies para las que su hábitat consiste en áreas no perturbadas, obligando a algunas a forrajear entre los fragmentos inmersos en un ambiente hostil, donde los riesgos de depredación y el costo energético son elevados (Clarke y Young, 2000; Russel *et al.*, 2003). Sin embargo, algunas especies pueden moverse fuera del bosque hacia las áreas perturbadas o a la matriz para aprovechar los recursos disponibles (*e.g.*, agroecosistemas o árboles aislados) y posteriormente colonizar estos hábitats perturbados; demostrando así que algunas especies son adaptables a los cambios en el medio (Hansson, 2000; Galindo-González, 2004).

Lo anterior se demostró en un estudio de la comunidad de murciélagos en el paisaje fragmentado de la selva de Los Tuxtlas, Veracruz, donde se muestrearon árboles aislados en potreros y la vegetación riparia, durante un año (octubre 1995-septiembre 1996). Se registró un total de 652 murciélagos de los cuales el 83 % fueron frugívoros, 15 % insectívoros, y el resto nectarívoros y hematófagos. Se encontró que las diferentes especies responden de distinta manera ante los procesos de fragmentación de acuerdo con la capacidad de cada especie para enfrentar los cambios en su hábitat y en

el paisaje. De las 38 especies reportadas para el interior de la selva, en los potreros únicamente registramos 20 especies, esto significa que un grupo de 18 especies (clasificadas como Tipo I “Dependientes del Hábitat”), son intolerantes a espacios abiertos; otro grupo (Tipo II “Vulnerables”, siete especies), fueron capaces además de visitar los potreros, pero volando sólo en el interior de los corredores riparios; mientras que 13 especies (Tipo III “Adaptables”), visitaron los árboles aislados, cruzando los potreros desprovistos de una cubierta arbustiva o arbórea (figura 2) (Galindo-González *et al.*, 2000; Galindo-González y Sosa, 2003; Galindo-González, 2004, 2007); estos efectos también han sido reportados en otros estudios (Crome y Richards, 1988; Fenton *et al.*, 1992; Medellín y Redford, 1992; De Jong, 1995; Medellín *et al.*, 2000; Schulze *et al.*, 2000).

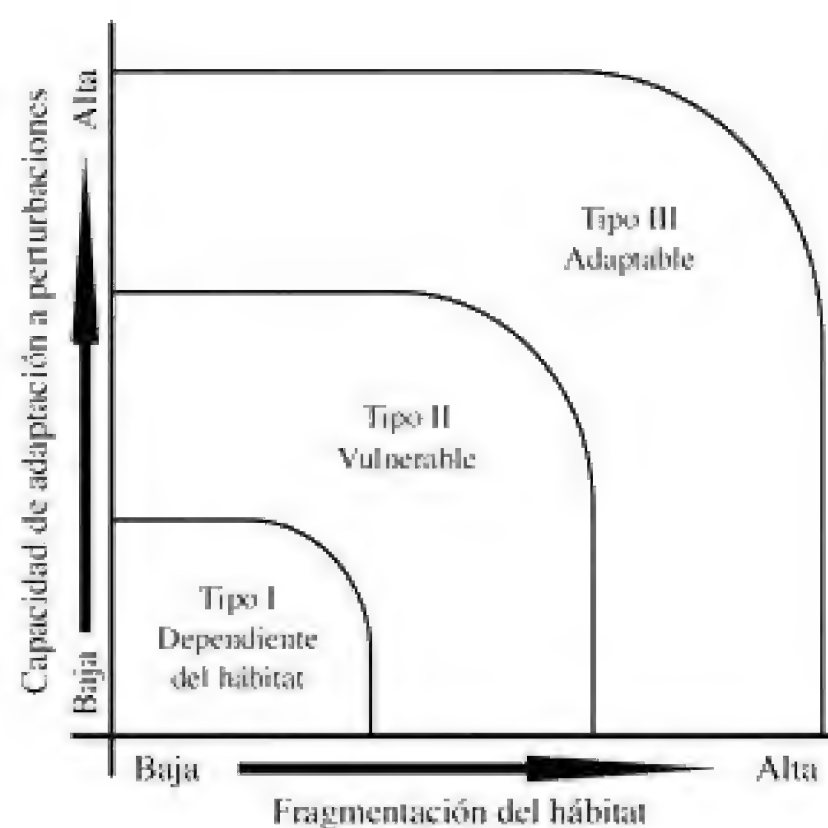


FIGURA 2. Clasificación de las especies de acuerdo con su capacidad de adaptación a las perturbaciones del hábitat. Las especies del Tipo I, se encuentran restringidas a los hábitats bien conservados y sin fragmentación; mientras que las del Tipo III, usan los hábitats bien conservados, y además son capaces de visitar aquellos muy fragmentados (modificado de Galindo-González, 2007).

Con el aumento del aislamiento entre los fragmentos y la disminución de la conectividad, se alteran diversos procesos biológicos y evolutivos relacionados con las poblaciones y comunidades, mientras que aumenta el aislamiento entre las subpoblaciones y se incrementa la deriva génica; disminuye el tamaño de las poblaciones, decrece el flujo genético y la variabilidad genética; así, la probabilidad de extinciones locales de algunas especies aumenta (figura 3). En pocas palabras, hay una pérdida de la biodiversidad (de genes, de especies y de ecosistemas) (Fahrig y Merriam, 1994; Turner, 1996; Primack, 2002).

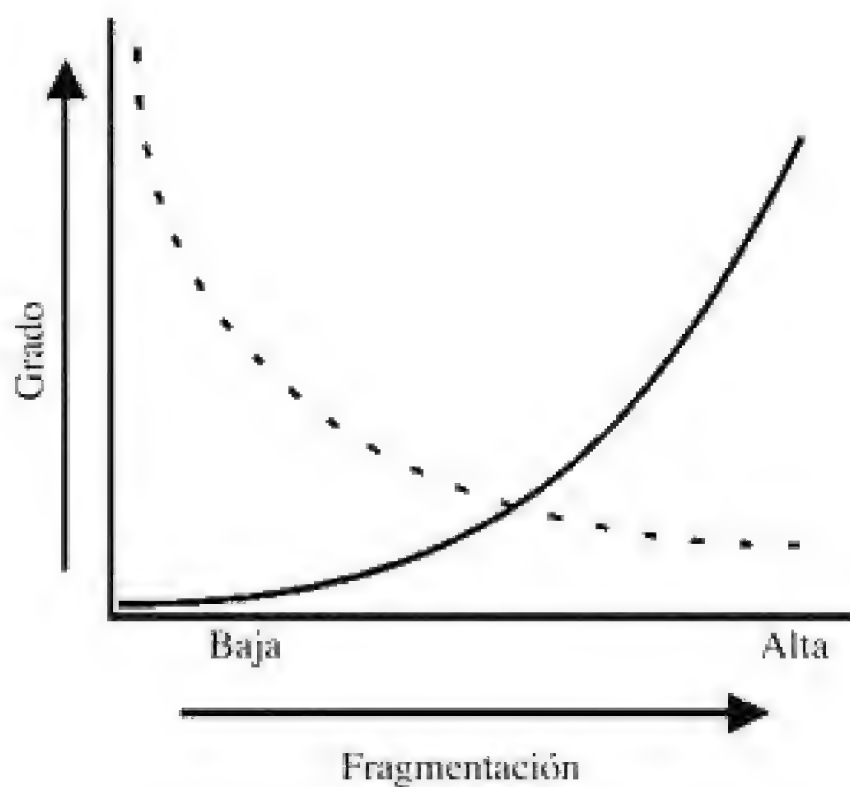


FIGURA 3. Efectos del aumento de la fragmentación del paisaje sobre distintos procesos relacionados con las poblaciones y comunidades. La línea punteada representa la disminución del tamaño de las poblaciones, de la biodiversidad, y del flujo genético entre las poblaciones; la línea continua representa el aumento del aislamiento entre las subpoblaciones, la deriva génica y la probabilidad de la extinción local de algunas especies.

PÉRDIDA DE HÁBITAT

El proceso de pérdida del hábitat se origina por eventos de perturbación con diferentes grados de intensidad, desde los más sutiles y apenas perceptibles, hasta los más drásticos que terminan por romper la continuidad del paisaje. Sin embargo, la pérdida del hábitat no necesariamente implica una alteración en el arreglo espacial del paisaje o en la distribución de los recursos; las perturbaciones no siempre ocasionan cambios en la continuidad espacial (cambios sutiles), pueden iniciar con la disminución de la calidad del hábitat, y llegar hasta su pérdida total. Cuando hay cambios en la continuidad espacial del hábitat, entonces hay fragmentación y se forman bordes en la colindancia con la matriz del paisaje, hay una reducción en la cantidad de hábitat disponible (para la especie en cuestión), además de cambios en su calidad (figura 4) (Fahrig, 1997, 1998, 2002).

En un estudio sobre diversidad de murciélagos en un paisaje fragmentado de selva mediana subperennifolia del centro de Veracruz, durante un año (diciembre 2004-noviembre 2005), registramos 151 murciélagos de 11 especies, en tres diferentes hábitats: fragmentos de selva, bordes, y la matriz. Los fragmentos de selva registraron el valor más alto de riqueza de especies (nueve especies.), seguido de los bordes con siete especies, y cinco especies registradas en la matriz. Sin embargo, a nivel de abundancia, en los hábitats de borde se registró el 72 % de individuos, 17 % en los fragmentos de selva y 11 % en la matriz. A nivel de especie, *Sturnira lilium* (70 %) y *Carollia perspicillata* (15 %), ambas frugívoras, fueron las más abundantes durante el muestreo, principalmente *S. lilium* en los bordes (89 %). Estos resultados muestran que la vegetación del hábitat de borde, caracterizado principalmente por especies de estadios tempranos, como *Piper* sp., *Solanum* sp. y *Cecropia* sp., benefician principalmente a las especies frugívoras consideradas como generalistas (Adaptables, Tipo III; figura 3) y que

toleran la fragmentación del paisaje (Vázquez-Domínguez y Galindo-González, 2006).

Si bien la vegetación de bordes es un resultado invariable del proceso de fragmentación, lejos de ser una curiosidad ecológica (Fagan *et al.*, 1999) o una característica indeseable, son un componente funcional de las selvas fragmentadas. El borde es incorporado por algunas especies de murciélagos como parte de su estrategia de adaptación para enfrentar la pérdida del hábitat a causa de la fragmentación, e incluso de forma indirecta, podrían servir como fuente de semillas para la dispersión o como foco de reclutamiento para la recuperación y regeneración de la vegetación en paisajes fragmentados (Galindo-González *et al.*, 2000).

La pérdida de un hábitat puede presentarse de tres maneras: *i*) pérdida de hábitat sin fragmentación, básicamente disminuye la cantidad de hábitat disponible para determinada especie, se desarrollan bordes en la colindancia con la matriz (figura 1 A); *ii*) pérdida de hábitat y fragmentación, en este caso se reduce y divide la cantidad de hábitat, también se crean bordes (figura 1 B); y *iii*) pérdida de calidad del hábitat sin fragmentación, aunque no se reduce la cantidad de hábitat disponible, la disminución de su calidad puede ocasionar la pérdida total del hábitat (figura 1 C). Los resultados de la pérdida o alteración del hábitat, no representan un estado final ni irreversible, deben entenderse como parte de un proceso que con el tiempo, el estado “A” puede cambiar a “B”, o el “C” pasar a “B”, y así sucesivamente, incluso, cualquiera de ellos regresar al estado original, o deteriorar en la completa pérdida.

Si el hábitat es *especie-específico*, la pérdida del hábitat también lo es. Todas las especies tienen un rango óptimo de sobrevivencia, pero también tienen un límite de tolerancia marcado por la cantidad y calidad del hábitat que requiere cada una, a lo que se le denomina *umbral de extinción*, y se define como la mínima cantidad de hábitat requerido por una población para persistir en un paisaje (Fahrig,

2001). Los efectos de la pérdida del hábitat son claros, las especies con requerimientos especializados son particularmente susceptibles a la extinción (Noss, 1990; Turner, 1996; Fahrig, 2002; Jones *et al.*, 2003).

CONSIDERACIONES FINALES

Durante su ciclo de vida, muchas especies requieren más de un tipo de hábitat para su permanencia; para la conservación de la biodiversidad en paisajes perturbados o alterados, se requiere identificar a las especies y regiones más vulnerables a la pérdida del hábitat, y estimar las cantidades mínimas de hábitat para cada grupo de especies de interés (Fahrig, 2001, 2002). Para propósitos de conservación biológica en paisajes fragmentados, aquellos que mantengan la cantidad y calidad de hábitat requeridas para la mayoría de las especies, o que combinen diferentes tipos de estos como sea posible, producirán una mayor respuesta positiva de la biodiversidad (Franklin, 1993; Clarke y Young, 2000; Primack, 2002; Fahrig 2003). Los efectos ecológicos y genéticos debidos a la fragmentación y pérdida de hábitat en los murciélagos, igualmente son *especie-específico*, es decir, que para algunas especies (Tipo I, Dependientes del hábitat) serán graves, y podrían ocasionar la extinción local; mientras que para otras (Tipo III, Adaptables), podrían ser hasta benéficos.

Cualquier esfuerzo por conservar y mantener áreas naturales con una cubierta vegetal, aledañas a áreas naturales protegidas, serán de gran beneficio para la conservación de las especies, no sólo de murciélagos, sino de todas las especies de fauna y flora. En la actualidad será muy difícil crear nuevas áreas naturales protegidas, así que debemos aprender a conservar la biodiversidad fuera de ellas, en paisajes fragmentados, en agroecosistemas, en plantaciones forestales comerciales, buscando la conectividad entre fragmentos, y practicando for-

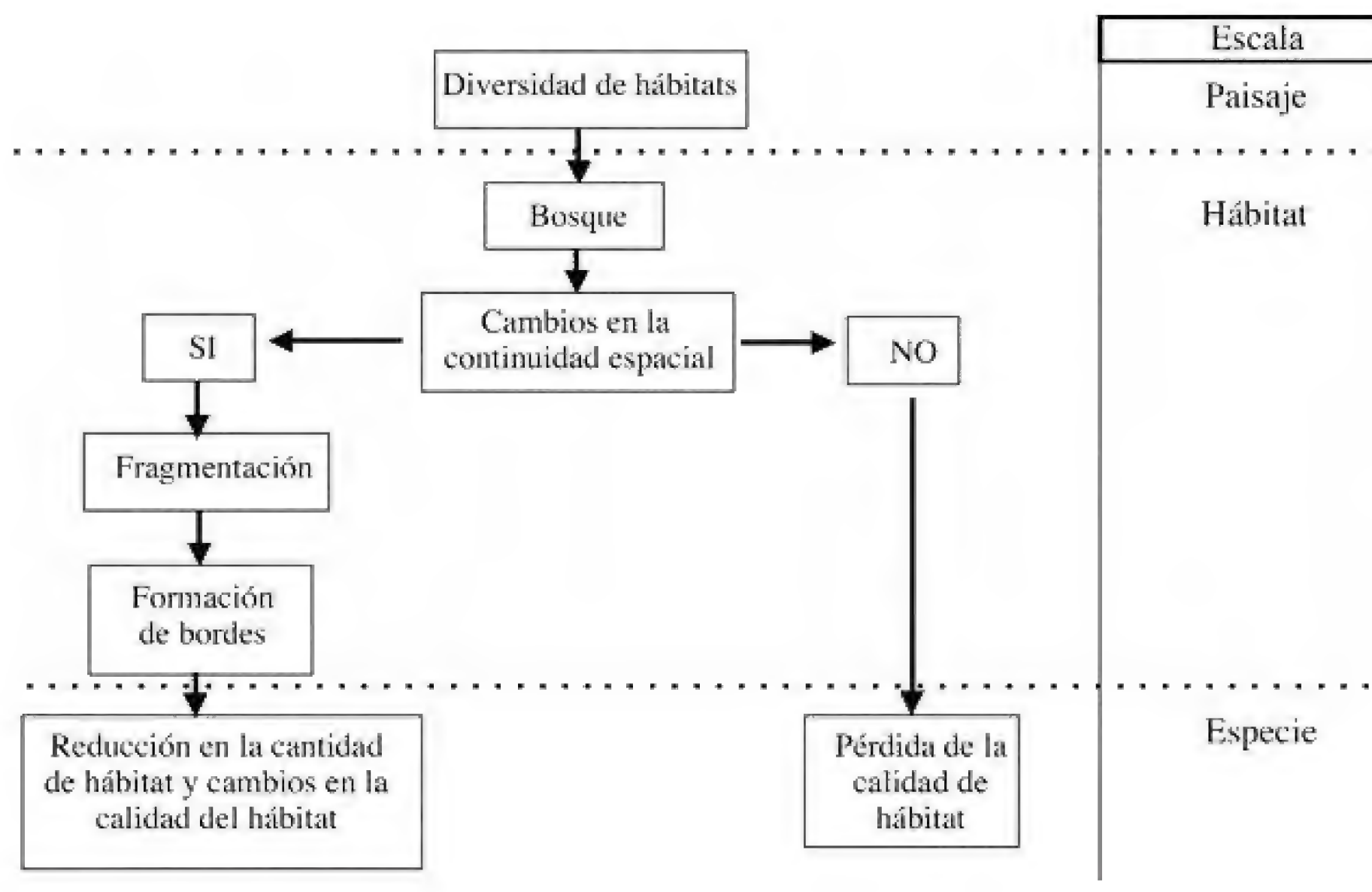


FIGURA 4. Proceso de transformación del hábitat a diferentes escalas de aproximación y de acuerdo al nivel de perturbación. A escala del paisaje sin perturbación, se presentan gran diversidad de hábitats; al disminuir la escala al nivel de hábitat, por ejemplo en un bosque, dependiendo de la naturaleza de la perturbación, se presentan diferentes efectos sobre la calidad y cantidad del hábitat (véase texto).

mas amigables de aprovechamiento de los recursos. La conservación de la biodiversidad de todo nuestro país, debe convertirse en una prioridad nacional.

AGRADECIMIENTOS. Varias fuentes de financiamiento hicieron posible la realización de este capítulo: el INBIOTECA de la Universidad Veracruzana, PROMEP, y el Programa de Becas para Estudiantes Destacados del Gobierno del Estado de Veracruz (becas G.V.D.). El manuscrito fue mejorado por los comentarios y sugerencias de F. Díaz-Fleischer, L. R. Sánchez-Velásquez y dos revisores anónimos.

LITERATURA CITADA

- BARCLAY, R.M.R. y D.H. Lawrence, 2003, Life histories of bats: life in the slow lane, en T.H. Kunz y M.B. Fenton (eds.), *Bat ecology*, The University of Chicago Press, Chicago, EUA, pp. 209-246.
- BENNETT, A.F., 1990, Habitat corridors and the conservation of small mammals in a fragmented forest environment, *Landscape Ecology* 4:109-122.
- BLOCK, W.M. y L.A. Brennan, 1993, The Habitat Concept in Ornithology: Theory and Applications, en Power, D.M. (ed.), *Current Ornithology*, vol. 11. Plenum Press, Nueva York, EUA, pp. 35-91.
- CLARKE, G.M. y A.G. Young, 2000, Introduction: genetics, demography and the conservation of fragmented

- populations, en A.G. Young y G.M. Clarke (eds.), *Genetics, demography and viability of fragmented populations*, Cambridge University Press, United Kingdom, pp. 1-6.
- COLLINGHAM, Y.C. y Huntley, B., 2000, Impacts of Habitat Fragmentation and Patch Size upon Migrations Rates, *Ecological Applications* 10: 131-44.
- CROME, F.H.J. y G.C. Richards, 1988, Bats and gaps: Microchiropteran community structure in a Queensland rain forest, *Ecology* 69:1960-1969.
- DE JONG, J., 1995, Habitat use and species richness of bat in patchy landscape, *Acta Theriologica* 40:237-248.
- DUNNING, J.B., B.J. Danielson y H.R. Pullian, 1992, Ecological processes that affect populations in complex landscapes, *Oikos* 65:169-175.
- FAGAN, W. F., R. S. Cantrell y C. Cosner. 1999. How Habitat Edges Change Species Interactions. *The American Naturalist* 153: 165-182.
- FAHRIG, L., 1997, Relative effects of habitat loss and fragmentation on population extinction, *Journal of Wildlife Management* 61: 603-610.
- , 1998, When does fragmentation of breeding habitat affect population survival?, *Ecological Modelling* 105:273-292.
- , 2001, How much habitat is enough?, *Biological Conservation* 100: 65-74.
- , 2002, Effect of habitat fragmentation on the extinction threshold: a synthesis, *Ecological Applications* 12: 346-353.
- , 2003, Effects of habitat fragmentation on biodiversity, *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 34: 487-515.
- FAHRIG, L. y G. Merriam, 1994, Conservation of fragmented populations, *Conservation Biology* 8: 50-59.
- FENTON, M.B., L. Acharya, D. Audet, M.B.C. Hickey, C. Merriman, M.K. Obrist y D. M. Syme, 1992, Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the neotropics, *Biotropica* 24: 440-446.
- FRANKLIN, J. F. 1993. Preserving Biodiversity: Species, Ecosystems or Landscapes? *Ecological Applications* 3: 202-205.
- GALINDO-GONZÁLEZ, J., 2004, Clasificación de los murciélagos de la región de Los Tuxtlas, Veracruz, respecto a su respuesta a la fragmentación del hábitat, *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 20: 239-243.
- , 2007, Efectos de la fragmentación del paisaje sobre las poblaciones de mamíferos, el caso de los murciélagos de Los Tuxtlas Veracruz, en G. Sánchez-Rojas y A.E. Rojas-Martínez (eds.), *Tópicos en Sistemática, Biogeografía, Ecología y Conservación de Mamíferos*, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México, pp. 97-114.
- GALINDO-GONZÁLEZ, J. S. Guevara y V.J. Sosa, 2000, Bat-and bird-generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical rainforest, *Conservation Biology* 14:1693-1703.
- GALINDO-GONZÁLEZ, J. y V.J. Sosa, 2003, Frugivorous bats in isolated trees and riparian vegetation associated with human-made pastures in a fragmented tropical landscape, *The Southwestern Naturalist* 48:579-589.
- HALL, L.S., P.R. Krausman y M.L. Morrison, 1997, The habitat concept and a plea for Standard terminology, *Wildlife Society Bulletin* 25: 173-182.
- HANSEN, A.J., T.A. Spies, F.J. Swanson y J.L. Ohmann, 1991, Conserving biodiversity in managed forests. Lessons from natural forests, *BioScience* 41: 382-392.
- HANSON, L., 2000, Landscape and edge Effects on population dynamics: Approaches and examples, en J. Sanderson y D.L. Harris (eds.), *Landscape Ecology. A top-down approach*, Lewis Publishers, Boca Raton, FL, EUA, pp. 73-235.
- HUXEL, G.R. y A. Hastings, 1999, Habitat loss, fragmentation and restoration, *Restoration Ecology* 7: 309-315.
- JANZEN, D.H., 1970, Herbivores and the number of tree species in tropical forests, *The American Naturalist* 104:501-527.
- JONES, K.E., A. Purvis y J.L. Gittleman, 2003, Biological correlates of extinction risk in bats, *The American Naturalist* 161: 601-614.

- KALKO, E., 1998, Organisation and diversity of tropical bat communities through space and time, *Zoology. Analysis of Complex Systems* 101: 281-297.
- LAURANCE, W.F., T.E. Lovejoy, H.L. Vasconcelos, E.M. Bruna, R.H. Didham, P.C. Stouffer, C. Gascon, R.O. Bierregaard, S.G. Laurance y E. Sampaio, 2002, Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22 year investigation, *Conservation Biology* 16: 605-618.
- MAC NALLY, R.E. Fleishman, L.P. Bulluck y C.J. Betrus, 2004, Comparative influence of spatial scale on beta diversity within regional assemblages of birds and butterflies, *Journal of Biogeography* 31: 917-929.
- MEDELLÍN, R. A. y K.H. Redford, 1992, The role of mammals in Neotropical forest-savanna boundaries, en P. Furley, J. Ratter y J. Proctor (eds.), *Nature and dynamics of forest-savanna boundaries*, Chapman and Hall, Londres, pp. 519-548.
- MEDELLÍN, R.A., M. Equihua y M.A. Amin, 2000, Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in neotropical rainforests, *Conservation Biology* 14: 1666-1675.
- MELIAN, C.J. y J. Bascompte, 2002, Food web structure and habitat loss, *Ecology Letters* 5:37-46.
- NOSS, R.F., 1990, Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach, *Conservation Biology* 4: 355-364.
- PRIMACK, R.B., 2002, *Essentials of conservation biology*, Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachussets, EUA, 698 pp.
- RAMÍREZ-PULIDO, J., J. Arroyo-Cabrales y A. Castro-Campillo, 2005, Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México, *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 21: 21-82.
- SAUNDERS, D.A., R.H. Hobbs y C.R. Margules, 1991, Biological consequences of Ecosystem fragmentation: a review, *Conservation Biology* 5:18-32.
- RUSSEL, R. E., R. K. Swihart y Z. Feng. 2003. Population Consequences of Movement Decisions in a Patchy Landscape. *Oikos* 103: 142-152.
- SCHULZE, M.D., N.E. Seavy y D.F. Whitacre, 2000, A comparison of the Phyllostomid bat assemblages in undisturbed neotropical forest and in forest fragments of a slash-and-burn farming mosaic in Petén, Guatemala, *Biotropica* 32: 174-184.
- TURNER, M.G., 1989, Landscape Ecology: the effect of pattern on process, *Annual Review of Ecology and Systematics* 20:171-197.
- TURNER, M.G., R.H. Gardner y R.V. O'Neill, 2003, *Landscape Ecology in theory and practice. Pattern and process*, Springer-Verlag Nueva York, Inc. Nueva York, EUA, 401 pp.
- TURNER, M.I., 1996, Species loss in fragments of tropical rain forest: a review of the evidence, *Journal of Applied Ecology* 33:200-209.
- VÁZQUEZ-DOMÍNGUEZ, G., y J. Galindo-González, 2006, Edge effect and fragmentation: conserving bat diversity, en *Book of Abstracts*, 20th Annual Meeting of the Society for Conservation Biology, San José Ca., EUA.
- WIEGAND, T., E. Revilla y K.A. Moloney, 2005, Effects of habitat loss and fragmentation on population dynamics, *Conservation Biology* 19:108-121.
- WIENS, J.A., 1989, Spatial Scaling in Ecology, *Functional Ecology* 3: 385-397.
- WILSON, D.E. y D.M. Reeder, 1993, *Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference*, Smithsonian Institution Press, 2a Edition, Washington D.C., EUA, 1 207 pp.

Diversidad y conservación de mamíferos marinos



Arturo Serrano
Ibiza Martínez-Serrano
Leonel Zavaleta-Lizárraga

INTRODUCCIÓN

El grupo de los mamíferos marinos está constituido por tres órdenes: 1) los cetáceos, que a la vez se subdividen en odontocetos (ballenas con dientes) que son los delfines y marsopas, y los misticetos (ballenas verdaderas o con barbas), que son las ballenas; 2) los sirenios, que son los manatíes y los dugongos (especie parecida al manatí, que habita en las aguas poco profundas del Indo-Pacífico), y 3) los carnívoros, que incluyen las nutrias, osos polares y el suborden de los pinnípedos que son las focas, los lobos marinos y las morsas.

México cuenta con 3.8 millones de kilómetros cuadrados de mares patrimoniales (Semar, 2008), en los cuales se encuentra una gran diversidad de especies de mamíferos marinos. De las 121 especies que existen en todo el mundo, en nuestros mares podemos encontrar aproximadamente 46 especies, incluyendo ocho de misticetos (Aurióles-Gamboa, 1995), lo cual representa el 61 % de todas las especies que existen en el mundo. Incluso, una especie

de marsopa, la vaquita marina (*Phocoena sinus*), es endémica de nuestro país.

Cabe destacar que para el Golfo de México, por lo menos en la parte mexicana y en particular para el estado de Veracruz, los cetáceos prácticamente no han sido estudiados. En contraste, para los manatíes sí se han hecho varios estudios, aunque la mayoría de éstos se han llevado a cabo en el Caribe mexicano, específicamente en las costas de Chetumal (Colmenero, 1986; Colmenero y Hoz, 1986; Morales-Vela y Olivera-Gómez, 1994; Morales-Vela y Olivera-Gómez, 1996; Morales-Vela, 2000; Morales-Solís, 2001; Morales-Vela *et al.*, 2003; Serrano *et al.*, en prensa).

DISTRIBUCIÓN

Para la parte mexicana del Golfo de México, hasta ahora se han reportado aproximadamente 13 especies de mamíferos marinos, mientras que para la parte de Estados Unidos del golfo se tienen reportadas

CUADRO 1. Especies que se tienen registradas en el Golfo de México (para la parte de Estados Unidos) y el estatus de conservación que tienen de acuerdo a la Semarnat, la Unión Mundial para la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés) y a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES, por sus siglas en inglés).

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ESTATUS DE CONSERVACIÓN		
		SEMARNAT*	IUCN	CITES
Orden Cetacea				
Suborden Mysticetos	Ballenas (7 especies en el Golfo)			
Ballena Azul	<i>Balaenoptera musculus</i>	Protección especial	Amenazada	Apéndice I
Ballena Franca del Norte	<i>Eubalaena glacialis</i>	Peligro de extinción	Amenazada	Apéndice I
Rorcual Común	<i>Balaenoptera physalus</i>	Protección especial	Amenazada	Apéndice I
Rorcual Tropical	<i>Balaenoptera edeni</i>	Protección especial	Datos insuficientes	Apéndice I
Rorcual del Norte	<i>Balaenoptera borealis</i>	Protección especial	Amenazada	Apéndice I
Ballena Minke	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Protección especial	Bajo Riesgo	Apéndice I
Ballena Jorobada	<i>Megaptera novaeangliae</i>	Protección especial	Vulnerable	Apéndice I
Suborden Odontocetos	Delfines y Marsopas (21 especies)			
Cachalote	<i>Physeter macrocephalus</i>	Protección especial	Vulnerable	Apéndice I
Cachalote Pigmeo	<i>Kogia breviceps</i>	Protección especial	-	Apéndice II
Cachalote Enano	<i>Kogia sima</i>	Protección especial	-	Apéndice II
Orca	<i>Orcinus orca</i>	Protección especial	Bajo riesgo	Apéndice II
Orca Falsa	<i>Pseudorca crassidens</i>	Protección especial	-	Apéndice II
Orca Pigmea	<i>Feresa attenuata</i>	Protección especial	Datos insuficientes	Apéndice II
Delfín Común	<i>Delphinus delphis</i>	Protección especial	-	Apéndice II
Delfín Nariz de Botella o Tonina	<i>Tursiops truncatus</i>	Protección especial	Datos insuficientes	Apéndice II
Calderón de Aletas Cortas	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Protección especial	Bajo riesgo	Apéndice II
Calderón pigmeo	<i>Peponocephala electra</i>	Protección especial	-	Apéndice II
Delfín de Fraser	<i>Lagenodelphis hosei</i>	Protección especial	Datos insuficientes	Apéndice II
Delfín de Risso	<i>Grampus griseus</i>	Protección especial	Datos insuficientes	Apéndice II
Delfín Clymene	<i>Stenella clymene</i>	Protección especial	Datos insuficientes	Apéndice II
Delfín Listado	<i>S. coeruleoalba</i>	Protección especial	Bajo riesgo	Apéndice II
Delfín Moteado del Atlántico	<i>S. frontalis</i>	Protección especial	Datos insuficientes	Apéndice II
Delfín Moteado Pantropical	<i>S. attenuata</i>	Protección especial	Bajo riesgo	Apéndice II
Delfín Tornillo	<i>S. longirostris</i>	Protección especial	Bajo Riesgo	Apéndice II
Delfín de Dientes Rugosos	<i>Steno bredanensis</i>	Protección especial	Datos insuficientes	Apéndice II
Orden Sirenia	Manatíes (1 especie)			
Manatí	<i>Trichechus manatus</i>	Peligro de extinción	Vulnerable	Apéndice I
Orden Carnivora				
Suborden Pinnipedia	Focas, Lobos Marinos y Morsas (1 especie)			
Foca Monje del Caribe	<i>Monachus tropicalis</i>	Extinta	Extinta	-

*Se refiere a la categoría según la NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

28 especies (Würsig *et al.*, 2000) (cuadro 1). En las costas de Tabasco se ha registrado la presencia del delfín dientes rugosos o delfín esteno (*Steno bredanensis*) (Delgado-Estrella, 1994). Para el estado de Veracruz sólo existen dos publicaciones en la literatura científica. Una menciona la presencia del cachalote enano (*Kogia breviceps*), el cachalote pigmeo (*K. simus*) y la orca pigmea (*Feresa attenuata*) (Delgado-Estrella y Villa, 1998); y otra reporta cinco especies a través de registros de animales varados (*Physeter macrocephalus*, *Kogia breviceps*, *Tursiops truncatus* (figura 1), *Stenella frontalis* y *Balaenoptera* sp.) (Ortega-Argueta *et al.*, 2005).

Recientemente, se han registrado en costas veracruzanas especies como la tonina, también conocida como delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), el delfín común (*Delphinus delphis*), el delfín común

de rostro largo (*Delphinus capensis*), el delfín moteado (*Stenella attenuata*), el delfín tornillo (*Stenella longirostris*) y la ballena piloto (*Globicephala macrorhynchus*), así como los restos del cachalote (*Physeter macrocephalus*) y la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) (Serrano *et al.*, 2005). Además de estas publicaciones, existen dos trabajos de tesis que hablan sobre una población de toninas (*Tursiops truncatus*) que habita las aguas de Tamiahua, Veracruz (Heckel, 1992; Schramm, 1993) (figuras 2 y 3).

Para la región costera del norte del estado de Veracruz, la especie más abundante parece ser el delfín nariz de botella o tonina. Es probable que se encuentren por lo menos tres poblaciones aisladas de esta especie en la región comprendida entre Tamiahua y Nautla identificándose además algunos



FIGURA 1. Tonina (*Tursiops truncatus*) en Tamiahua, Veracruz (Foto: Ibiza Martínez-Serrano, LAMM-UV, 2006).

factores ambientales que soportan la propuesta de que esta región sea un sitio *hotspot*¹ para estas poblaciones de cetáceos (Galindo *et al.*, 2006; Vázquez-Castán *et al.*, 2006).

DESCRIPCIÓN DE ESPECIES

A continuación se presenta la descripción de las especies que hasta el momento han sido reportadas para el estado de Veracruz.

Tursiops truncatus, Delfín Nariz de Botella o tonina

El delfín nariz de botella mide aproximadamente 3.9 m y pesa 275 kg siendo los machos más grandes que las hembras (Leatherwood y Reeves, 1983). Es robusto con una aleta dorsal triangular, falcada hacia atrás situada en la porción central del dorso, el

cual generalmente es de color gris oscuro, se pueden observar organismos parduzcos, de tono gris púrpura y gris acero azulado (Walker, 1991). Se le ha reconocido como especie cosmopolita. Tiende a ser de hábitos costeros, aunque se le puede encontrar en aguas pelágicas. La forma costera frecuenta bocas de ríos, lagunas, bahías y zonas poco profundas entre los 0.5 y 20 m. Para el caso de la forma pelágica, se le encuentra en zonas con alta productividad primaria (Wells y Scott, 1999). En Veracruz son comunes a todo lo largo de la costa y se conoce que existen poblaciones residentes en Alvarado, Nautla, Tuxpan y Tamiahua.

Stenella frontalis, Delfín moteado del atlántico.

El delfín moteado del atlántico en su forma adulta presenta un tamaño entre 1.6 y 2.29 m y pesa aproximadamente 143 kg (Perrin *et al.*, 1987). El eco-



FIGURA 2. Delfín clymene (*Stenella clymene*) observado en zonas profundas de la zona de Tamiahua, Veracruz (Foto: Michelle Valdés, LAMM-UV, 2006).

¹ Un *hotspot* es un sitio rico en diversidad biológica y es prioritario a nivel mundial para su conservación.

tipo costero es más grande y robusto mientras que el oceánico es más alargado. Su coloración es azul grisácea en general, siendo el dorso más oscuro que el vientre, coloración que se extiende hacia la parte baja sobre el campo lateral abarcando el pedúnculo caudal. Las motas se desarrollan con la edad en todas las poblaciones y particularmente en los adultos. Habita en la plataforma continental y es común encontrarlo en zonas con 185 m de profundidad (Perrin *et al.*, 1994). En Veracruz ha sido observado en el área de Tamiahua (Serrano *et al.*, datos no publicados) y sólo se ha registrado un varamiento en la zona de Sontecomapan en 1992 (Ortega-Argueta *et al.*, 2005).



FIGURA 3. Las toninas tienen hábitos costeros, por lo que son susceptibles al impacto de las actividades humanas (Foto: Michelle Valdés, LAMM-UV, Cazones, Veracruz, 2007).

Stenella longirostris, Delfín tornillo

Delfín esbelto que llega a medir 2.2 m y a pesar 75 kg, con melón y rostro delgado y largo. Su coloración es gris oscura en la parte dorsal con un campo lateral ligeramente más claro variando gradualmente a blanco en la región genital y axilar (Perrin, 2002). Organismo pantropical que se distribuye en aguas tropicales y subtropicales, asociado en aguas profundas, islas oceánicas y bancos, se le suele observar en manadas de cientos de individuos (Jefferson *et al.*, 1993). En 2005 se observaron animales en aguas profundas frente a las costas de Tuxpan (Serrano *et al.*, datos no publicados).

Delphinus delphis, Delfín común de rostro corto

La mayoría de los adultos son organismos de aproximadamente 2.3 m, siendo los machos más grandes que las hembras y pesando aproximadamente 75 kg (Leatherwood y Reeves, 1983). Son delgados y presentan un rostro demarcado agudamente desde el melón (Perrin, 2002). La superficie dorsal desde el melón hasta la parte trasera de la aleta dorsal va de gris oscura a negra, mientras el vientre es blanco. El

negro del dorso se corre por los costados bajando a la altura de la aleta dorsal en forma de “V”, resultando en un patrón de coloración cruzada de grises y amarillos en los costados. Se presenta un parche oscuro en los ojos, que continúa con una línea que se extiende a los labios, la superficie del rostro es frecuentemente blanca o gris, aunque la punta es negra (Reeves *et al.*, 2002). Al delfín común de rostro corto se le puede observar generalmente en manadas de varios cientos y algunas veces hasta miles (Leatherwood y Reeves, 1983). Se localiza principalmente en aguas superficiales y es poco común observarlo en aguas profundas (Carwardine, 1995). En Veracruz, se ha observado por medio de censos aéreos en grupos de 200 individuos, frente a las costas de Villa Rica (Serrano *et al.*, datos no publicados).

Delphinus capensis, Delfín común de rostro largo

Este delfín tiene un cuerpo delgado, con el rostro largo y la aleta dorsal alta y falcada. El melón es aplanado, los machos presentan longitudes máximas hasta de 2.54 m y un peso de 150 kg. Su patrón de coloración es similar al del delfín común de rostro corto aunque en esta especie es más

opaco. El blanco del vientre no se extiende por encima de la línea de la aleta dorsal. El parche del ojo no es tan negro y una línea gris conecta el área de arriba de la aleta dorsal con la región anal (Reeves *et al.*, 2002). Es común avistarlo cercano a la costa, en aguas tropicales de temperatura templada. Se le puede observar en grupos de cientos y hasta varios miles. En Veracruz se han observado grupos de 30 organismos aproximadamente a 20 km fuera de la costa en la zona de Tamiahua (Serrano *et al.*, datos no publicados).

Globicephala macrorhynchus, Ballena piloto

La ballena piloto es robusta y grande, los machos alcanzan los 5.4 m mientras que las hembras llegan a los 4 m (Leatherwood y Reeves, 1983). La aleta dorsal es redondeada y está ubicada en el primer tercio del cuerpo. La cabeza tiene forma abombada y la frente termina en una pequeña boca. La pigmentación es oscura con una zona en el pecho más clara. Es una especie de aguas frías y profundas, principalmente habita al borde de la plataforma continental y en cañones submarinos (Carwardine, 1995). En conteos aéreos, se han observado en Veracruz grupos de 30 individuos en la zona del puerto de Veracruz (Serrano *et al.*, datos no publicados).

Orcinus orca, Orca

La longitud máxima del cuerpo de la orca es de 9 m en machos y 7.7 m en hembras. Los machos llegan a pesar cinco toneladas, mientras que el peso máximo de las hembras es de tres toneladas. Presentan una coloración distintiva en negro, blanco y gris. Un parche de color blanco se localiza en la parte posterior del ojo y una mancha grisácea se extiende por la parte baja y trasera de la aleta dorsal en los flancos del cuerpo (Ford, 2002). La aleta dorsal tiene forma de triángulo isósceles y mide hasta 2 m de altura; las

aletas pectorales llegan a medir hasta 2 m (Leatherwood y Reeves, 1983). Tienen una estructura social estable. Se les puede observar en mar abierto, generalmente prefieren aguas profundas, pero es posible observarlos en aguas poco profundas, bahías y estuarios (Carwardine, 1995). Existen avistamientos realizados por pescadores deportivos en aguas profundas del Puerto de Veracruz, aproximadamente a 30 kilómetros de la costa (Televisa, marzo de 2005).

Grampus griseus, Delfín de Risso

Los adultos alcanzan los 4 m de longitud, la parte anterior de su cuerpo es extremadamente robusta y la aleta dorsal es alta en proporción al cuerpo (Baird, 2002). La cabeza es redondeada y no se distingue el rostro por el gran desarrollo de la parte frontal de la cabeza que presenta una hendidura diagnóstica en la especie. Los patrones de coloración cambian dramáticamente con los años, los infantes son ventralmente de tonalidades grises a café, en edad madura cambian a tonos blancos en el vientre y cabeza. Presentan numerosos rayones y marcas claras en el cuerpo (Baird, 2002). En Veracruz, se registró un varamiento en Playa Salinas en 1999 (Red de Varamientos de Mamíferos Marinos del Estado de Veracruz, datos no publicados).

Kogia breviceps, Cachalote pigmeo

En estos organismos la longitud máxima del cuerpo es de 3 a 4 m y su peso de 408 kg. Es una especie robusta, su rostro es corto y el cráneo tiene una marcada asimetría (McAlpine, 2002). Tienen como particularidad una banda de coloración más clara semicircular por detrás de la cabeza, por arriba y delante de las aletas pectorales. La coloración en adultos es gris oscuro en el dorso y gris claro en el vientre (McAlpine, 2002). Es una especie oceánica

que habita más allá de la plataforma continental en aguas tropicales y templadas. En Veracruz, un par de varamientos se han registrado para esta especie en las playas de Tecolutla en 1991 y 1993 (Ortega-Argueta *et al.*, 2005).

Physeter macrocephalus, Cachalote

El cachalote es el más grande de los odontocetos, su enorme cabeza ocupa de una tercera a una cuarta parte del total de la longitud del cuerpo. En promedio los machos alcanzan los 15 m de longitud, aunque se han reportado organismos hasta de 18 m, las hembras son más pequeñas presentando longitudes hasta de 12 m. Tiene una aleta redondeada, ocasionalmente triangular, situada en el tercio superior del dorso cerca de la mitad del cuerpo seguida por una serie de pequeñas crestas. Es de color gris pardo oscuro con tonos más claros en la parte frontal de la cabeza, el vientre y alrededor de la boca (Leatherwood y Reeves, 1983). Los cachalotes son los mamíferos marinos que más profundo bucean, hasta 3 km o más de profundidad. Se han presentado varamientos en las playas de Casitas en 1988, Antón Lizardo en 1994 (Ortega-Argueta *et al.*, 2005), Montepío en 2003 (Red de Varamientos de Mamíferos Marinos del Estado de Veracruz, datos no publicados) y dos organismos de Tamiahua en 2003 y 2007 (Serrano *et al.*, datos no publicados).

Megaptera novaeangliae, Ballena jorobada o yubarta

Las jorobadas son ballenas que miden entre 12 y 18 m de longitud y los adultos pesan entre 34 y 45 toneladas. Se distinguen por sus largas aletas pectorales que pueden medir hasta la tercera parte de la longitud del cuerpo. Presentan tonos negros en la cabeza, dorso, costados y pedúnculo caudal mientras que la garganta, tórax y abdomen son color

blanco. La aleta dorsal es pequeña y va desde falcada hasta redondeada, ubicándose en el último tercio del cuerpo. La aleta caudal presenta un patrón de coloración único en blanco y negro en el envés y generalmente se caracteriza por tener un borde aserrado. La distribución de las jorobadas es amplia, se les puede encontrar en todos los océanos extendiéndose a lo largo de las costas, alrededor de las islas oceánicas y en zonas polares. Son organismos migratorios, desplazándose desde las zonas de alimentación ubicadas en aguas polares hasta las zonas de reproducción en aguas tropicales (Leatherwood y Reeves, 1983). Estas ballenas, durante la temporada reproductiva, producen cantos y sonidos sociales que cambian año con año y son diferentes de una población a otra (Winn y Reichley, 1985). Se ha registrado un varamiento para esta especie en la playa de Montepío en 2005 (Red de Varamientos de Mamíferos Marinos del Estado de Veracruz, datos no publicados) y otro en Tuxpan (Serrano *et al.*, datos no publicados).

Trichechus manatus manatus, Manatí

Los organismos de edad adulta miden en promedio de 3 a 3.5 m y pesan alrededor de 500 kg, aunque existen animales hasta de 4 m y llegan a pesar hasta 1 600 kg. La coloración del cuerpo es gris pardo. La cabeza es pequeña en proporción al cuerpo y no es visible un cuello diferenciado. Los ojos son pequeños y no presentan orejas (Reeves *et al.*, 1992). El manatí generalmente se encuentra en aguas poco profundas ya sean saladas o dulces, en zonas costeras, esteros y ríos. Es un organismo de hábitos herbívoros y se alimenta de gran variedad de plantas sumergidas y/o flotantes. En los últimos años se han capturado organismos en la zona de Alvarado, Veracruz, sin embargo, aunque se encontraban en el norte del estado, al parecer han desaparecido de esa zona (Serrano *et al.*, en prensa).

SELECCIÓN DEL HÁBITAT

La selección de hábitat se refiere a una serie de respuestas conductuales que resultan en el uso de determinadas zonas dentro de un ecosistema para asegurar la supervivencia de los individuos de una especie. Existen varios aspectos que influyen en la selección de hábitat, pero en general la distribución de cualquier especie está determinada por los recursos que necesita para sobrevivir (Jones, 2001).

La distribución de los mamíferos marinos está relacionada con los siguientes factores: 1) hábitat, incluyendo el tipo de sustrato, temperatura, salinidad y batimetría; 2) factores biológicos, incluyendo productividad, la distribución y abundancia de los depredadores, competidores y presas; 3) factores demográficos, incluyendo tamaño poblacional, edad, sexo y estado reproductivo; 4) adaptaciones de la especie, incluyendo las morfológicas, fisiológicas y conductuales, y 5) efectos antropogénicos, incluyendo contaminantes como materiales tóxicos y sonido (Bowen y Siniff, 1999) (figura 4). Estos factores delimitan o describen la distribución de las presas y el uso de hábitat de los mamíferos marinos (Bräger *et al.*, 2003; Jaquet y Whitehead, 1996). Considerando lo anterior, es que se pueden observar especies residentes y especies que exhiben cambios estacionales en su distribución.

Por ejemplo, para la parte estadounidense del Golfo de México, se ha reportado que en las regiones de la plataforma y margen continental abundan los delfines nariz de botella (*Tursiops truncatus*) y moteado del Atlántico (*Stenella frontalis*). Esta distribución parece estar ligada a regiones de circulación ciclónica donde los niveles de clorofila son elevados. La baja salinidad y las aguas ricas en nutrientes de las desembocaduras de ríos contribuyen a mejorar las productividades primarias y secundarias, y puede influir también en la presencia de mamíferos marinos, como es el caso de una población residente de cachalotes al sur del delta del río Mississippi, EUA (Davis *et al.*, 2000), y en la alta

concentración de avistamientos en el margen continental mexicano, a la altura de los estados de Veracruz y Tamaulipas (Jefferson y Lynn, 1994).

En Veracruz, el Laboratorio de Mamíferos Marinos de la Universidad Veracruzana ha comprobado la existencia de tres poblaciones residentes de delfín nariz de botella, desde Nautla hasta Tamiahua y ha observado que muestran diferentes preferencias de hábitat, donde los factores determinantes son el tipo de fondo, profundidad y productividad primaria. Estos datos, junto con la foto-identificación y la determinación de abundancias relativas de cada población han permitido también identificar zonas prioritarias de conservación para esta especie costera.



FIGURA 4. Interacción de actividades humanas y mamíferos marinos en costas de Tuxpan, Veracruz (Foto: Michelle P. Valdés, LAMM-UV, 2007).

RECOMENDACIONES DE CONSERVACIÓN

La biología de la conservación se basa en datos precisos de los cambios de las poblaciones (Caughley y Sinclair, 1994). Sin embargo, es necesario incluir datos sobre la ecología de algunas especies clave, ya que esta información es esencial para una evaluación efectiva del estado de salud de un ecosistema (Clemmens y Buchholz, 1997). Desafortunadamente, en el estado de Veracruz no contamos con este tipo de datos para los mamíferos marinos que

habitan nuestras aguas, ni siquiera existen datos que nos permitan conocer con certeza qué especies habitan las aguas del estado.

Los estudios de mamíferos marinos en aguas veracruzanas son pocos y fueron realizados hace más de una década en áreas relativamente pequeñas y con escalas locales, resultando que los esfuerzos de conservación se vean limitados. La falta de interés a través de los años refleja la inexistencia de programas de conservación para este grupo de organismos, y desafortunadamente esta ausencia de información en el estado hace imposible conocer la situación actual de los mamíferos marinos que habitan en sus aguas.

La información sobre el tamaño de las poblaciones y generalidades del hábitat, no son suficientes para establecer planes de manejo detallados, ni para predecir los efectos de la degradación del hábitat en la viabilidad de poblaciones de mamíferos marinos. Por lo tanto, se hace necesario impulsar programas integrales de investigación orientados a conocer la biodiversidad, distribución y uso de hábitat de los mamíferos marinos que logren involucrar a diferentes niveles de la sociedad (gubernamental, educativo y empresarial) de Veracruz, así como desarrollar estrategias que permitan extrapolar estos programas más allá de las demarcaciones estatales.

Lo más grave de esta situación es que la mayoría de estas especies se encuentra bajo algún estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMAR-NAT-2001, la IUCN y CITES (cuadro 1). Por ejemplo, en Veracruz existía la foca monje del caribe (*Monachus tropicalis*), pero este organismo se extinguió a principios del siglo XX debido a la sobreexplotación (LeBoef *et al.*, 1986). Actualmente, en Veracruz existe otra especie que está en grave peligro de desaparecer, el manatí. Para el norte del estado es posible que ya haya desaparecido (Serrano *et al.*, en prensa), por lo que probablemente la población que se encuentra en Alvarado sea la más importante, sobre todo por su tamaño (Ortega-Argueta, 2002).

Por lo anterior, es urgente que en el estado se empiece a generar la información mínima necesaria para hacer planes de manejo y conservación de especies que sean coherentes con las realidades del estado. Es necesario que se impulsen trabajos de investigación orientados a conocer la biodiversidad, distribución y uso de hábitat de los mamíferos marinos en el Golfo de México. De igual manera, es importante incrementar los conocimientos sobre la ecología de los delfines para poder utilizarlos como bioindicadores del estado de salud del ecosistema marino (Wells *et al.*, 2004). Es necesario involucrar a dependencias públicas y privadas en el diseño, desarrollo y aplicación de programas de investigación y educación con mamíferos marinos en Veracruz, y asegurarnos que los programas de investigación de poblaciones y ecosistemas sean suficientes para influir en las decisiones de manejo relacionadas con amenazas actuales y futuras para los ecosistemas marinos. Tarea ardua que aún nos queda por delante.

LITERATURA CITADA

- AURIOLES-GAMBOA, D., 1995, Biodiversidad y estado actual de los mamíferos marinos en México, *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, vol. especial XLIV: 397-412.
- BAIRD, R.W., 2002, Risso's dolphin, en W.F. Perrin, B. Würsig y J.G.M. Thewissen (eds.), *Encyclopedia of marine mammals*, Academic Press, San Diego, CA, EUA, pp. 1037-1039.
- BOWEN, W.D. y B.S. Siniff, 1999, Distribution, population biology, and feeding ecology of marine mammals, en J.E. Reynolds y S.A. Rommell (eds.), *Biology of Marine Mammals*, Smithsonian Institution Press, Washington, EUA, pp. 423-484.
- BRÄGER, S., J.A. Harraway y B.F. Manly, 2003, Habitat selection in a coastal dolphin species (*Cephalorhynchus hectori*), *Marine Biology* 143: 233-244.

- CARWARDINE, M., 1995, *Whales, Dolphins and Porpoises*, Dorling Kindersley, London, UK, 257 pp.
- CAUGHLEY, G. y R.E. Sinclair, 1994, *Wildlife Ecology and Management*, Blackwell Science, Cambridge, MA, EUA.
- CLEMMENS, J.R. y R. Buchholz, 1997, *Behavioural approaches to conservation in the wild*, Cambridge University Press, EUA.
- COLMENERO, L.C., 1986, Aspectos de la ecología y comportamiento de una colonia de manatíes (*Trichechus manatus*) en el municipio de Emiliano Zapata, Tabasco, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, *Series de Zoología* 56: 589-602.
- COLMENERO, L.C. y M.E. Hoz, 1986, Distribución de los manatíes, situación y su conservación en México, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, *Series de Zoología* 56: 955-1020.
- DAVIS, R.W., W.R. Evans y B. Würsig (eds.), 2000, *Cetaceans, sea turtles and seabirds in the Northern Gulf of Mexico: Distribution, abundance and habitat associations. Volume I. Executive summary*. Prepared by Texas A&M University at Galveston and the National Marine Fisheries Service. U.S. Department of the Interior, Geological Survey, Biological Resources Division, USGS/BRD/CR-1999-0006 and Minerals Management Service, Gulf of Mexico OCS Region, New Orleans, LA. OCS Study MMS 2000-002 27 pp.
- DELGADO-ESTRELLA, A., 1994, Presencia del delfín dientes rugosos o esteno (*Steno bredanensis*), en la costa de Tabasco, México, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, *Series de Zoología* 65: 303-305.
- DELGADO-ESTRELLA, A. y B. Villa, 1998, First records of dwarf sperm whale (*Kogia breviceps*), pygmy sperm whale (*K. simus*) and pygmy killer whale (*Feresa attenuata*) in Veracruz, México, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, *Series de Zoología* 69: 129-134.
- FORD, J.K.B., 2002, Killer whale, en Perrin W.F., B. Würsig y J.G.M. Thewissen (eds.), *Encyclopedia of marine mammals*, Academic Press, San Diego, CA, EUA, pp. 669-676.
- GALINDO, J.A., A. Serrano, I. Martínez-Serrano, M.P. Valdés-Arellanes, G. Heckel y Y. Schramm, 2006, *Cetacean conservation: identifying bottlenose dolphin hotspot populations in Veracruz, México*, 86th Annual Meeting of the American Society of Mammalogists, Amherst, Massachusetts, EUA.
- HECKEL, G., 1992, *Fotoidentificación de tursiones *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) en la Boca de Corazones de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México (Cetacea: Delphinidae)*, tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 164 pp.
- JAQUET, N. y H. Whitehead, 1996, Scale-dependent correlation of sperm whale distribution with environmental features and productivity in the South Pacific, *Marine Ecological Progress Series* 135: 1-9.
- JEFFERSON, T.A., S. Leatherwood y M.A. Webber, 1993, *Marine Mammals of the World. FAO Species Identification Guide*, United Nations Environment Programme, Roma, 320 pp.
- JEFFERSON, T.A. y S.K. Lynn, 1994, Marine Mammal sightings in the Caribbean sea and Gulf of Mexico, summer 1991, *Caribbean Journal of Science* 30(1-2): 83-89.
- JONES, J., 2001, Habitat Selection Studies in Avian Ecology: A Critical Review, *The Auk* 118: 556-562.
- LEATHERWOOD, S., R.R. Reeves y L. Foster (Illustrator), 1983, *The Sierra Club Handbook of Whales and Dolphins*, Sierra Club Books, San Francisco, EUA, 302 pp.
- LEBOEF, B.J., K.W. Kenyon y B. Villa-Ramírez, 1986, The Caribbean monk seal is extinct, *Marine Mammal Science* 2(1):70-72.
- MCALPINE, D.F., 2002, Pigmy and dwarf sperm whales *Kogia breviceps* and *K. sima*, en W.F. Perrin, B. Würsig y J.G.M. Thewissen, (eds.), *Encyclopedia of marine mammals*, Academic Press, San Diego, EUA, pp. 1007-1009.
- MORALES-SOLÍS, R., 2001, *Interacción de actividades pesqueras y urbanas con la distribución del manatí *Trichechus manatus* (Linnaeus, 1758), en la Laguna de Catazajá, Chiapas, México*, tesis de licenciatura, Universidad Veracruzana, 93 pp.
- MORALES-VELA, B., 2000, *Distribución, abundancia y uso de hábitat por el manatí en Quintana Roo y Belice*,

- con observaciones sobre su biología en la bahía de Chetumal, México, tesis de doctorado, Facultad de Ciencias, UNAM, 143 pp.
- MORALES-VELA, B. y L.D. Olivera-Gómez, 1992, *De Sirenas a Manatíes*, Cuaderno de divulgación 4, Centro de Investigaciones de Quintana Roo, México, 29 pp.
- , 1994, Distribución espacial y estimación poblacional de los manatíes en la bahía de Chetumal, Quintana Roo, México, *Revista de Investigación Científica*, Universidad Autónoma de Baja California Sur 2: 27-34, México.
- , 1996, Manatee rescue in Chiapas. *Sirenews*. Newsletter of the IUCN/SSC Sirenia Specialist Group 25. (<http://www.sirenian.org/sirenews.html>), fecha de consulta el 31 de agosto de 06.
- MORALES-VELA, B., J. Padilla-Saldivar y A.A. Mignucci-Giannoni, 2003, Status of the manatee (*Trichechus manatus*) along the northern and western coasts of the Yucatan Peninsula, Mexico, *Caribbean Journal of Science* 39: 42-49.
- ORTEGA-ARGUETA, A., 2002, *Evaluación del hábitat del manatí, Trichechus manatus, en el sistema lagunar de Alvarado, Veracruz*, tesis de maestría, Instituto de Ecología, Xalapa, México, 51 pp.
- ORTEGA-ARGUETA, A., C.E. Pérez-Sánchez, G. Gordillo-Morales, O.G. Gordillo, D.G. Pérez y H. Alafita, 2005, Cetacean Strandings on the Southwestern Coast of the Gulf of Mexico, *Gulf of Mexico Science* 2: 179-185.
- PERRIN, W.F., 2002, Spinner dolphin – *Stenella longirostris*. en W.F. Perrin, B. Würsig y J.G.M. Thewissen, (eds.), *Encyclopedia of Marine Mammals*, Academic Press, San Diego, EUA, pp. 1174-1778.
- PERRIN, W.F., E.D. Mitchell, J.G. Mead, D.K. Caldwell, M.C. Caldwell, P.J. van Bree y W.H. Dawbin, 1987, Revision of the spotted dolphins, *Stenella* spp., *Marine Mammal Science* 3(2): 99-170.
- PERRIN, W.F., D.K. Caldwell, y M.C. Caldwell, 1994, Atlantic spotted dolphin *Stenella frontalis* (Cuvier, 1829), en S.H. Ridgway y R. Harrison (eds.), *Handbook of marine mammals: the first book of dolphins*, Academic Press, Londres, U.K. pp. 173-190.
- REVEES, R.R., S.B. Stewart y S. Leatherwood, 1992, *The Sierra Club Handbook of Seal and Sirenians*, Sierra Club Handbooks, San Francisco, EUA. 359 pp.
- REEVES, R., B. Stewart, P. Clapham, J. Powell y P. Folken (illustrator), 2002, *The National Audobon Society Guide to Marine Mammals of the world*, Chanticleer Press, Inc. EUA, 527 pp.
- SCHRAMM, Y., 1993, *Distribución, movimientos, abundancia e identificación del delfín Tursiops truncatus (Montagu, 1821), en el sur de la laguna de Tamiahua, Ver. y aguas adyacentes (Cetacea: Delphinidae)*, tesis de licenciatura, Escuela de Biología, Universidad Autónoma de Guadalajara, México, 161 pp.
- SECRETARÍA DE MARINA (SEMAR), 2008, Dirección de Oceanografía, ([http://www.semar.gob.mx/digaohm/actualizacion_2006/DIGAOHM\(23_ENE_06\)/oceanografia/oceanografia.html](http://www.semar.gob.mx/digaohm/actualizacion_2006/DIGAOHM(23_ENE_06)/oceanografia/oceanografia.html)) fecha de consulta 3 de marzo de 2008.
- SERRANO, A., J.A. Galindo y L. Vázquez-Castán, 2005, *Distribution and abundance of cetaceans from the northern coasts of the state of Veracruz, Mexico*, 16th Bienial Conference on the Biology of Marine Mammals. San Diego, California, EUA.
- SERRANO, A., A. García-Jiménez y C. González-Gándara, en prensa, Has the manatee (*Trichechus manatus*) disappeared from the Northern coast of the state of Veracruz, México?, *Latin American Journal of Aquatic Mammals*.
- VÁZQUEZ-CASTÁN, L., A. Serrano, M. López-Ortega y C. Naval-Aguilar, 2006, *Habitat selection in three populations of bottlenose dolphins (Tursiops truncatus)*, 86th Annual Meeting of the American Society of Mammalogists, Amherst, Massachussets, EUA.
- WALKER, E.P., 1991, *Mammals of the World*, The John Hopkins Press, Baltimore, 2015 pp.
- WELLS, R.S. y M.D. Scott, 1999, Bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821), en S.H. Ridgway y R. Harrison (eds.), *Handbook of Marine Mammals*. vol. 6: *The second book of dolphins and the porpoises*, Academia Press, Londres.
- WELLS, R., H. Rhinehart, L. Hansen, J. Sweeney, F. Townsend, R. Stone, D. Casper, M. Scott, A. Hohn

y T. Rowles, 2004, Bottlenose dolphins as marine ecosystem sentinels: developing a health monitoring system. *Ecohealth* 1: 246-254.

WINN, H.E. y N.E. Reichley, 1985, Humpback Whale, *Megaptera novaeangliae* (Borowski, 1781), en S.H. Ridway y R. Harrison (eds.), *Handbook of marine mammals*, Vol. 3, Academic Press, Londres, pp. 241-273.

WRSING, B., T.A. Jefferson y D.J. Schmidly, 2000, *The marine mammals of the Gulf of Mexico*, Texas A&M University Press, College Station, 232 pp.

Presencia del manatí (*Trichechus manatus manatus*) en el sistema lagunar de Alvarado, y programa para su conservación



Blanca Elizabeth Cortina Julio
Enrique Portilla Ochoa

INTRODUCCIÓN

En México, el manatí (*Trichechus manatus manatus*), es considerado como una especie en peligro de extinción (NOM-O59-SEMARNAT-2001); asimismo la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES) lo considera en el Apéndice I y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) como especie vulnerable.

A lo largo del tiempo, los manatíes han sido valorados de modos diversos por el hombre, ya sea por el sabor de su carne, el uso de su aceite, costillas y piel, o bien por su valor económico, cultural y hasta ceremonial. En cuanto a su valor ecológico, ayuda a mantener el equilibrio dinámico de los ecosistemas acuáticos y el control biológico, ya que es una especie herbívora que consume una alta proporción de material vegetal (Semarnat, 2002).

En la actualidad los pobladores del Sistema Lagunar de Alvarado (SLA) acostumbran la cacería del manatí, para consumir su carne y elaborar uten-

silios con el resto de su cuerpo. En 1999, el Instituto de Investigaciones Biológicas de la Universidad Veracruzana (IIB-UV), inició un proyecto con el objetivo de generar una conciencia ambiental en las comunidades locales del humedal de Alvarado y fomentar la protección de las poblaciones de manatí y su hábitat, así como contribuir a la generación de mejor y más completa información sobre el manatí en México, de utilidad en el proceso de planificación de desarrollo sustentable de la región. Para tal fin se han utilizado métodos de la antropología social, de educación ambiental (EA) y de ecología del paisaje.

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

El manatí *Trichechus manatus manatus* pertenece al orden Sirenia. La especie que habita en México es llamado manatí del Caribe o de las Antillas, también conocido como vaca marina. Es un mamífero acuático que se alimenta casi exclusivamente de

algas y plantas acuáticas. Esta especie llega a medir entre 3 y 4 metros de largo en estado adulto y a pesar entre 500 a 600 kilogramos; vive de 50 a 60 años en estado natural. El manatí habita aguas cercanas a la costa, lagunas, manglares, cenotes, ríos y arroyos.

La piel del manatí es de textura rugosa y de color gris, la cabeza no está separada del cuerpo por un cuello, sus ojos son pequeños y cubiertos por una delgada membrana. En la parte superior del rostro se encuentran los orificios nasales, con músculos en forma de válvulas que se cierran al sumergirse, presentan pelos muy esparcidos sobre su cuerpo y glándulas mamarias que inician en un pezón ubicado en cada una de sus axilas; su cuerpo termina en una cola o aleta aplanada.

DISTRIBUCIÓN

En México la presencia del manatí se extiende por varias regiones a lo largo del litoral del Golfo de México y del Caribe mexicano. Su distribución abarca desde el límite norte en el río Nautla, en Veracruz, hasta el río Hondo, en Quintana Roo, como límite sur. A pesar de que en algunas áreas todavía existen las condiciones naturales que forman un excelente hábitat para esta especie, las poblaciones de manatíes se han reducido. A la fecha se desconoce el tamaño poblacional para el país debido a que no se han realizado estudios en varios estados. Sin embargo, se considera que las regiones que pueden albergar las poblaciones más grandes son la Cuenca del río Usumacinta, incluyendo los ríos tributarios en Chiapas y Tabasco; la laguna de Términos y ríos tributarios de Campeche y, por último, la Bahía de Chetumal y río Hondo de Quintana Roo.

En Veracruz, su distribución original era en el río Nautla, el Papaloapan y sus afluentes, y el río Coatzacoalcos. La información de referencia respecto a la distribución antigua de los manatíes indica que fueron relativamente abundantes (May y

Dulques, 1963; Campbell y Jica, 1978). Estudios más recientes mencionan que los manatíes fueron explotados intensivamente en la cuenca de Alvarado, por lo que se creyó que habían desaparecido de esta laguna, quedando restringida su distribución a los cuerpos de agua más interiores como el río Chino y laguna La Miel (Colmenero, 1984; Colmenero y Hoz, 1986) (figura 1).

El conocimiento sobre la situación actual de la población de manatíes en la cuenca del Papaloapan es incierto, más aún si se toma en cuenta que se desconoce el tamaño poblacional y que continúa la presión de una explotación ilegal. Sin embargo, existen testimonios que confirman la presencia del manatí en la región de la Cuenca Baja del Papaloapan y río Coatzacoalcos (Maruri-García, 1996-1998, com. pers.).

AMENAZAS PARA EL MANATÍ EN EL SISTEMA LAGUNAR DE ALVARADO, VERACRUZ

La presencia de manatí en el estado de Veracruz es escasa, muchas han sido las razones por las que esta especie se cataloga actualmente en peligro de extinción, entre ellas su cacería y la pérdida de su hábitat. Hace 27 años se estimó que en México podrían existir 5 000 manatíes (Heinsohn, 1976). Actualmente es notorio que las poblaciones han disminuido considerablemente.

Se estima que la cacería ilegal ha sido una de las principales causas de la disminución de las poblaciones de manatíes a lo largo de su distribución (Campbell y Gicca, 1978). Incluso, se ha llegado a observar la venta de su carne para consumo humano en algunos mercados del sureste del país (Colmenero y Hoz, 1986). La continua utilización del manatí, incluso ya en la década de los ochenta, ha sido confirmada por estudios relativamente recientes (Maruri-García, 1997). La utilización incluye la carne como recurso alimenticio, así como los huesos y la piel para uso medicinal y artesanal.



FIGURA 1. Cacería del Manatí en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, en 1940 (Foto: Tiburcio).

A pesar de que el manatí está declarado especie en peligro de extinción y su caza está prohibida, la captura accidental y comercial parece seguir vigente, aunque escasa, en Cosamaloapan, Acula, Minatitlán y Nautla. Por lo cual, estas actividades continúan siendo los principales problemas para la conservación de la especie.

CAMPAÑA DE CONSERVACIÓN Y RESCATE DEL MANATÍ

El IIB-UV inició en 1999 el proyecto: “Educación Ambiental y Planeación participativa para la Conservación del manatí en Alvarado, Veracruz, México”, utilizando un enfoque multidisciplinario que incluyó aspectos de antropología social, educa-

ción ambiental (EA) y ecología. Lo anterior con el objetivo de generar conciencia ambiental y lograr cambios de actitud en la protección de las poblaciones de manatí y su hábitat.

Para esto, se entrevistaron habitantes locales del SLA, en su mayoría pescadores y almejeros con una relación cercana con la especie. Las entrevistas permitieron reconstruir la distribución histórica y presencia del manatí (Portilla *et al.*, 2000) y reconocer las amenazas actuales y potenciales para la especie y su hábitat (Ortega, 2002).

Con la información generada, se desarrollaron e impartieron talleres de EA y se estableció una Campaña de Conservación y Rescate del Manatí (Cortina-Julio, 2000). Entre los años de 1999 y 2003, pobladores de Alvarado rescataron cuatro manatíes (tres crías y un juvenil) que fueron encontrados en

la ribera de algunos ríos del SLA. Actualmente la gente de la región parece estar más sensibilizada respecto a la importancia y conservación de la especie (figuras 2, 3 y 4).



FIGURA 2. Rescate de cría de manatí por los pobladores del humedal de Alvarado (Foto: Blanca E. Cortina Julio. Archivo Fotográfico IIB-UV).

CONCLUSIONES

Para el desarrollo y cumplimiento de las estrategias y acciones tendientes a lograr la conservación de las especies y de su hábitat, en 1999 se constituyó for-



FIGURA 3. Campaña de conservación y protección del Manatí (Foto: Alejandro Ortega A.).



FIGURA 4. Talleres de Educación Ambiental para la Conservación del Manatí en la región del Sistema Lagunar de Alvarado (Foto: Blanca E. Cortina Julio).

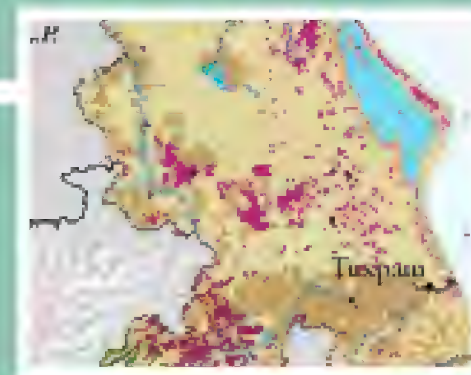
malmente el Subcomité Técnico Consultivo para la Conservación, Manejo y Recuperación del Manatí en México en la ciudad de Veracruz (Semarnat, 2002). Dentro de la estructura y operación del Subcomité, el IIB-UV tiene a su cargo la secretaría y la vocalía de Educación y Difusión.

Basándose en el diagnóstico del estado actual del manatí, en el estudio del significado tradicional para los lugareños de Alvarado y en el análisis de amenazas, se pretende diseñar y proponer un plan de recuperación para los manatíes en el SLA. Dentro de este plan se trabajará en coordinación con el Subcomité Técnico y demás instituciones involucradas. Se espera que los proyectos que actualmente se están desarrollando contribuyan a resolver las amenazas para la conservación de la especie y su hábitat. La participación comunitaria es indispensable para lograr el éxito en las metas y objetivos de las estrategias de conservación.

LITERATURA CITADA

- CAMPBELL, H.W. y D. Gicca, 1978, Reseña preliminar del estado actual del manatí (*Trichechus manatus*) en México, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología 49(1): 257-264.
- COLMENERO R., L.C., 1984, Nuevos registros del manatí (*Trichechus manatus*) en el sureste de México, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología 54(1): 243-254.
- COLMENERO R., L.C., y M.E. Hoz Z., 1986, Distribución de los manatíes, situación y su conservación en México, *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología 56(3): 955-1020.
- CORTINA-JULIO, B., 2000, *Protejamos al Manatí. Manual Escolar de Educación Ambiental*, Instituto de Investigaciones Biológicas, Universidad Veracruzana, Consejo de Desarrollo del Papaloapan, 18 pp.
- MARURI-GARCÍA, A., 1997, *El estado actual, las perspectivas de conservación y recuperación del manatí en el estado de Veracruz*, Informe Técnico presentado en la 1ª Reunión Nacional de Proyectos de Conservación del Manatí del Caribe (*Trichechus manatus*) en México, Xcaret, Q.R., noviembre de 1997, 6 pp.
- ORTEGA-ARGUETA, A., 2002, *Evaluación del hábitat del manatí, Trichechus manatus, en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz*, tesis de maestría, INECOL, Xalapa, Veracruz, México.
- PORTILLA-OCHOA, E., K. Paradowska., B.E. Cortina-Julio, 2000, *Educación Ambiental y Planeación Participativa para la Conservación del Manatí en Alvarado, Veracruz, México*, Instituto de Investigaciones Biológicas, Universidad Veracruzana/Pronatura Veracruz.
- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (Semarnat), 2002, Proyecto de Conservación y Recuperación del manatí en México. Semarnat-INE, Dirección de Vida Silvestre, 80 pp.

Análisis regional de las principales amenazas para las especies de mamíferos incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001



Arturo Hernández Huerta
Christian Delfín Alfonso
Vinicio de J. Sosa Fernández

INTRODUCCIÓN

Veracruz, junto con Chiapas y Oaxaca, es considerado uno de los estados con mayor riqueza de mamíferos del país. Sin embargo, poco más de la cuarta parte de todas las especies de mamíferos registrados en el estado está catalogada en alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2001 (Semarnat, 2002). Para muchas de esas especies se desconoce la situación actual de sus poblaciones en el territorio veracruzano, el cual ha sufrido una acelerada y profunda transformación en décadas recientes. El diverso y exuberante paisaje de Veracruz se ha convertido en un escenario dominado por abundantes terrenos agrícolas y ganaderos. De acuerdo con datos del reciente Inventario Forestal Nacional (Semarnat, 2001), los pastizales inducidos y cultivados cubren 47.1 % de la superficie de Veracruz, en tanto que el área destinada a las actividades agrícolas abarca el 29.7 % del estado. Por otro lado, los asentamientos humanos ocupan una superficie equivalente al 1.1 % del territorio

estatal. En conjunto, el área ganadera, agrícola y urbana comprende actualmente el 77.9 % del territorio veracruzano (figura 1). Esta transformación de los ambientes naturales ha significado la eliminación o la reducción de gran parte del hábitat disponible para la fauna silvestre, ocasionando que los rangos de distribución de la mayoría de las especies de mamíferos en Veracruz hayan cambiado dramáticamente con respecto a sus patrones de distribución histórica, como lo mostraba Hall (1981). En este sentido, con el fin de poder diseñar políticas y estrategias realistas y eficaces para su conservación es importante conocer cuáles son los patrones actuales de distribución de los mamíferos en Veracruz.

Los mamíferos silvestres que se distribuyen en Veracruz y que están catalogados en la NOM-059-SEMARNAT-2001 suman 45 especies y 7 subespecies (cuadro 1); de éstas, 10 especies están clasificadas en peligro de extinción (P), 18 están consideradas como amenazadas (A) y 17 sujetas a protección especial (Pr). El 37.8 % de las especies antes mencionadas son murciélagos, el 22.2 %

roedores y el 20 % carnívoros. En cuanto a las subespecies, cinco están sujetas a protección especial, una está clasificada como amenazada y otra en peligro (cuadro 2); tres de estas subespecies pertenecen al grupo de los murciélagos, mientras que las cuatro restantes corresponden a un roedor, un zorrillo, una musaraña y un oso hormiguero.

Poco más de la mitad (55.6 %) de las especies consideradas como amenazadas y alrededor de una tercera parte (35.3 %) de las especies sujetas a protección especial son murciélagos. Aunque la capacidad de desplazamiento de este tipo de organismos les permite tener mayores posibilidades de alejarse y evadir las presiones antropogénicas, y

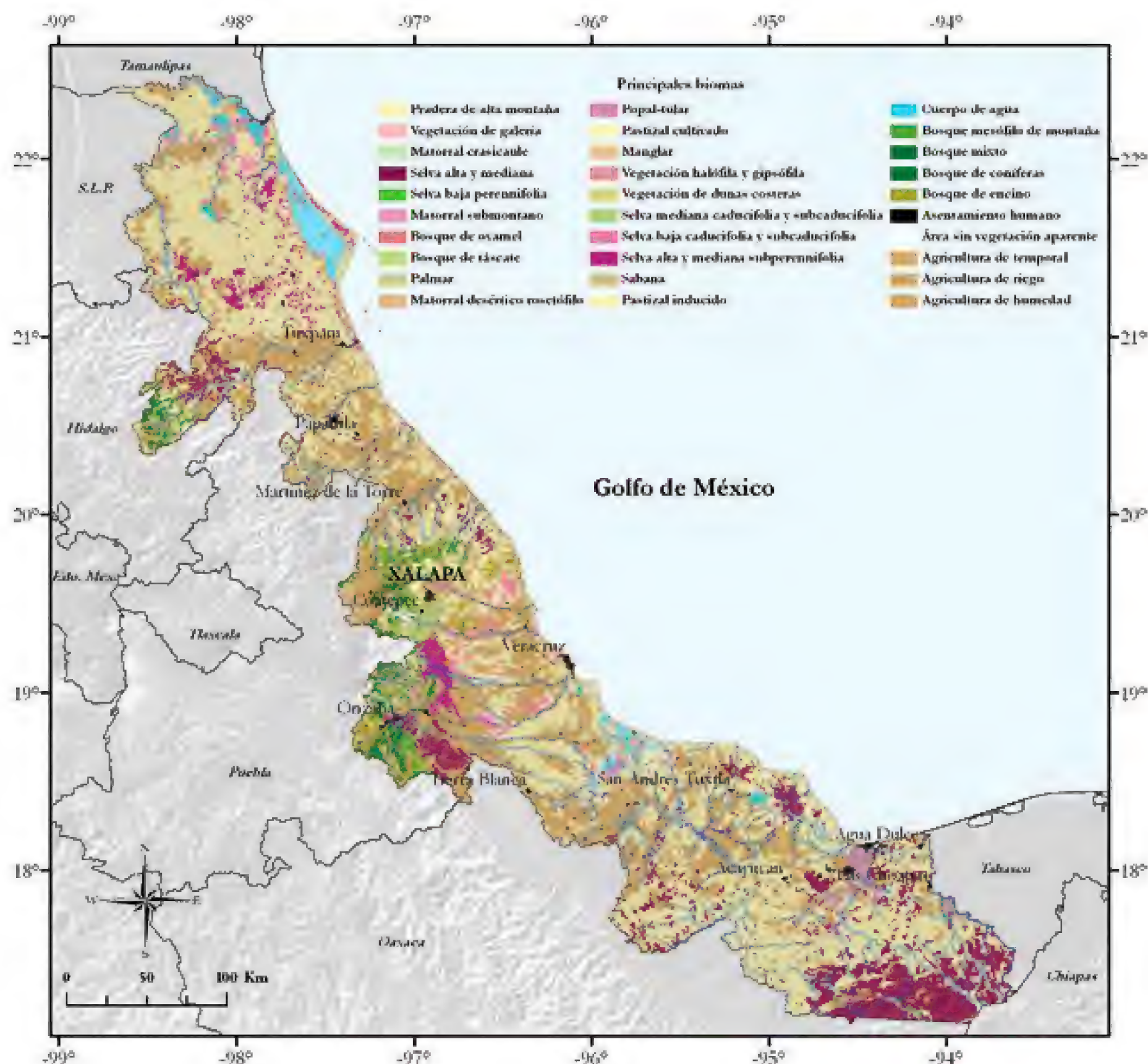


FIGURA 1. Uso del suelo y vegetación en el estado de Veracruz agrupado por biomas, con base en el Inventario Forestal Nacional 2000 (Semarnat, 2001).

mantener el intercambio de individuos entre poblaciones aisladas, son especies que presentan tasas reproductivas relativamente bajas y tienen poblaciones que son poco numerosas, además de que prefieren habitar en bosques tropicales primarios o poco perturbados, ambientes cuya extensión está siendo reducida a escalas y velocidades catastróficas. En el caso de los roedores (que representan el 27.8 % de las especies amenazadas y 29.4 % de las especies sujetas a protección especial), aunque tienen mayor potencial reproductivo, se considera que su vulnerabilidad radica en que ocupan áreas de distribución geográfica altamente restringidas, al igual que las musarañas, además de que ambos grupos tienen una capacidad de desplazamiento relativamente limitada. Dentro del grupo de mamíferos veracruzanos identificados en la NOM, 11 especies y tres subespecies son endémicas a México, incluyendo cuatro especies que se distribuyen exclusivamente en Veracruz.

Los mamíferos que están catalogados en peligro de extinción son: el mico de noche (*Cyclopes didactylus*) y una subespecie de brazo fuerte u oso hormiguero (*Tamandua mexicana mexicana*); las dos especies de primates que se distribuyen en el estado, el mono aullador (*Alouatta palliata*) y el mono araña (*Ateles geoffroyi*); cuatro especies de carnívoros: el ocelote (*Leopardus pardalis*), el tigrillo (*Leopardus wiedii*), el jaguar (*Panthera onca*) y el cabeza de viejo o tayra (*Eira barbara*); una especie de murciélago, el vampiro falso (*Vampyrus spectrum*); el manatí (*Trichechus manatus*) y el tapir (*Tapirus bairdii*), esta última considerada por algunos autores como una especie ya extirpada de Veracruz (Gaona *et al.*, 2003). En cuanto a los 19 taxa que están catalogados como amenazados, 10 corresponden a especies de murciélagos de la familia Phyllostomidae, otros tres son especies de carnívoros, y el resto incluye cinco especies de roedores y una subespecie de rata canguro

(*Dipodomys phillipsii perotensis*). Los taxa que están sujetos a protección especial corresponden a tres especies y una subespecie de musaraña (*Sorex saussurei veraecrucis*), seis especies y tres subespecies de murciélagos (*Peropteryx kappleri kappleri*, *Thyroptera tricolor albiventer* y *Eumops bonariensis nanus*), dos especies y una subespecie de carnívoros (*Conepatus semistriatus conepatl*) y cinco especies de roedores. A nivel de especie, la rata canguro *Dipodomys phillipsii* está catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2001 como sujeta a protección especial, pero esta especie está representada en Veracruz por la subespecie *D. p. perotensis* la que, de acuerdo con la norma oficial, se encuentra en la categoría de amenazada. En este estudio se excluye al tlacuache de agua (*Chironectes minimus*) y al vampiro de ala blanca (*Diaemus youngii*), mencionados en la NOM, debido a que no se tienen registros verificados en Veracruz; tampoco se incluye al tlalcoyote (*Taxidea taxus*) cuya distribución en el estado está restringida a la porción árida de la región montañosa central (González-Christen *et al.*, 2006), y cuyo registro fue publicado después de que el análisis de este documento estaba terminado.

Con base en lo anterior, este trabajo tiene como objetivo analizar las amenazas para la conservación de las especies de mamíferos de Veracruz que se incluyen en la NOM. Para lo cual primero se requiere estimar la distribución geográfica potencial real o actual, dada la gran tasa de pérdida de hábitat natural de los últimos 30 años, y luego identificar las amenazas para cada especie en forma cualitativa, evaluando las tendencias de tales amenazas y las interrelaciones que existen entre ellas, con el propósito de identificar las que son más frecuentes y las especies que están más presionadas por diversas amenazas. Esto con el fin de contribuir con información útil para el diseño de planes y la toma de decisiones concernientes a su conservación y estudio.

CUADRO 1. Lista de los mamíferos registrados en Veracruz que están incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2001. P = en peligro de extinción, A = amenazada, y Pr = sujeta a protección especial. * endémica a México, ** endémica a Veracruz.

DIDELPHIDAE		MOLOSSIDAE	
<i>Caluromys derbianus</i> (Waterhouse, 1841)	Pr	<i>Eumops bonariensis</i> (Peters, 1874)	
CYCLOPEDIDAE		<i>Eumops bonariensis nanus</i> (Miller, 1900)	Pr ⁸
<i>Cyclopes didactylus</i> (Linnaeus, 1758)		ATELIDAE	
<i>Cyclopes didactylus mexicanus</i> Hollister, 1914	P	<i>Ateles geoffroyi</i> Kuhl, 1820	P
MYRMECOPHAGIDAE		<i>Alouatta palliata</i> (Gray, 1849)	P
<i>Tamandua mexicana</i> (Saussure, 1860)		FELIDAE	
<i>Tamandua mexicana mexicana</i> (de Saussure, 1860)	P	<i>Herpailurus yagouaroundi</i> (Lacépède, 1809)	A
SORICIDAE		<i>Leopardus pardalis</i> (Linnaeus, 1758)	P
<i>Cryptotis nelsoni</i> (Merriam, 1895) **	Pr ¹	<i>Leopardus wiedii</i> (Schinz, 1821)	P
<i>Cryptotis obscura</i> (Merriam, 1895) *	Pr ¹	<i>Panthera onca</i> (Linnaeus, 1758)	P
<i>Sorex macrodon</i> Merriam, 1895 *	Pr	MUSTELIDAE	
<i>Sorex saussurei</i> Merriam, 1892		<i>Lontra longicaudis</i> (Olfers, 1818)	A
<i>Sorex saussurei veraecrucis</i> Jackson, 1925 *	Pr	<i>Eira barbara</i> (Linnaeus, 1758)	P
EMBALLONURIDAE		<i>Galictis vittata</i> (Schreber, 1776)	A
<i>Centronycteris centralis</i> Thomas, 1912	Pr ²	MEPHITIDAE	
<i>Peropteryx kappleri</i> Peters, 1867		<i>Conepatus semistriatus</i> (Boddaert, 1784)	
<i>Peropteryx kappleri kappleri</i> Peters, 1867	Pr	<i>Conepatus semistriatus conepatl</i> (Gmelin, 1788) *	Pr
<i>Rhynchonycteris naso</i> (Wied-Neuwied, 1820)	Pr	PROCYONIDAE	
MORMOOPIDAE		<i>Bassariscus sumichrasti</i> (de Saussure, 1860)	Pr
<i>Pteronotus gymnonotus</i> (Natterer, 1843)	Pr	<i>Potos flavus</i> (Schreber, 1774)	Pr
PHYLLOSTOMIDAE		TRICHECHIDAE	
<i>Lampronnycteris brachyotis</i> (Dobson, 1878)	A ³	<i>Trichechus manatus</i> Linnaeus, 1758	P
<i>Lonchorhina aurita</i> Tomes, 1863	A	TAPIRIDAE	
<i>Trachops cirrhosus</i> (Spix, 1823)	A	<i>Tapirus bairdii</i> (Gill, 1865)	P
<i>Lophostoma brasiliense</i> Peters, 1866	A ⁴	SCIURIDAE	
<i>Lophostoma evotis</i> (Davis y Carter, 1978)	A ⁴	<i>Sciurus oculatus</i> Peters, 1863 *	Pr
<i>Mimon cozumelae</i> Goldman, 1914	A ⁵	<i>Spermophilus perotensis</i> Merriam, 1893 *	A
<i>Chrotopterus auritus</i> (Peters, 1856)	A	<i>Glaucomys volans</i> (Linnaeus, 1758)	A
<i>Vampyrum spectrum</i> (Linnaeus, 1758)	P	GEOMYIDAE	
<i>Leptonycteris yerbabuenae</i> Martínez y Villa-R., 1940	A ⁶	<i>Orthogeomys lanius</i> (Elliot, 1905) **	A
<i>Leptonycteris nivalis</i> (de Saussure, 1860)	A	<i>Dipodomys phillipsii</i> Gray, 1841 *	Pr
<i>Choeronycteris mexicana</i> Tschudi, 1844	A	<i>Dipodomys phillipsii perotensis</i> Merriam, 1894 *	A
<i>Enchistenes hartii</i> (Thomas, 1892)	Pr	MURIDAE	
<i>Dermanura watsoni</i> (Thomas, 1901)	Pr ⁷	<i>Microtus quasiater</i> (Coues, 1874) *	Pr
THYROPTERIDAE		<i>Habromys simulatus</i> (Osgood, 1904) **	Pr ⁹
<i>Thyroptera tricolor</i> Spix, 1823		<i>Megadontomys nelsoni</i> (Merriam, 1898) *	A ¹⁰
<i>Thyroptera tricolor albiventer</i> (Tomes, 1856)	Pr	<i>Peromyscus bullatus</i> Osgood, 1904 **	Pr
VESPERTILIONIDAE		ERETHIZONTIDAE	
<i>Myotis albescens</i> (É. Geoffroy St.-Hilaire, 1806)	Pr	<i>Coendou mexicanus</i> (Kerr, 1792)	A

1 Mencionada como subespecies de *Cryptotis mexicana* en la NOM-059-SEMARNAT-2001
2 Mencionada como *C. maximiliani* en la NOM-059-SEMARNAT-2001
3 Mencionada como *Micronycteris brachyotis* en la NOM-059-SEMARNAT-2001
4 Mencionada bajo el género *Tonatia* en la NOM-059-SEMARNAT-2001
5 Mencionada como *Mimon bennettii* en la NOM-059-SEMARNAT-2001
6 Mencionada como *Leptonycteris curasoae*, en la NOM-059-SEMARNAT-2001, Cole y Wilson (2006) reconocen a *L. yerbabuenae* como la especie válida para México.
7 Aparece bajo el género *Artibeus* en la NOM-059-SEMARNAT-2001
8 Mencionada como *Eumops nanus* en la NOM-059-SEMARNAT-2001
9 Mencionada como *Peromyscus simulatus* en la NOM-059-SEMARNAT-2001
10 Mencionada como *Peromyscus thomasi nelsoni* en la NOM-059-SEMARNAT-2001

CUADRO 2. Número de especies (sp) y subespecies (sbsp) de mamíferos catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001, con distribución en Veracruz.

ORDEN	A		P		PR		TOTAL	
	sp	sbsp	sp	sbsp	sp	sbsp	sp	sbsp
Didelphimorphia					1		1	0
Carnivora	3		4		2	1	9	1
Chiroptera	10		1		6	3	17	3
Perissodactyla			1				1	0
Pilosa			1	1			1	1
Primates			2				2	0
Rodentia	5	1			5		10	1
Sirenia			1				1	0
Soricomorpha					3	1	3	1
Total	18	1	10	1	17	5	45	7

DISTRIBUCIÓN POTENCIAL ACTUALIZADA

Para tener un panorama actual de la situación en que se encuentran los mamíferos veracruzanos que están bajo protección legal, se analiza, en primer lugar, la disponibilidad del hábitat para estas especies, usando los datos del Inventario Forestal Nacional 2000 (Semarnat, 2001). Con esta información es posible evaluar la fragmentación y la reducción del hábitat ocurrida en los últimos años en Veracruz, y examinar los cambios en los patrones de distribución que han presentado los mamíferos silvestres registrados en el estado y compararlos con los mapas de distribución histórica de cada especie, indicados en los trabajos de Hall (1981), Nature Serve (2006), Ceballos y Oliva (2005) y los boletines del Mammalian Species. Tomando los registros obtenidos para los mamíferos en Veracruz, la información sobre la historia natural para cada una de las especies, especialmente en relación con los tipos de vegetación a los que generalmente están asociados, y los datos del Inventario Forestal Nacional (Semarnat, 2001), se elaboraron los mapas de distribución potencial actualizada para cada especie. Estos mapas dan una idea sobre qué tanto del territorio estatal podría estar siendo ocupado actualmente por cada una de las especies protegidas. En la mayoría de los casos (apéndices VIII.47.1 y VIII.47.2),

se puede apreciar que la superficie de hábitat disponible se ha reducido severamente, aun para especies consideradas con amplia distribución en Veracruz, como el cabeza de viejo, el tigrillo o el jaguar.

Para analizar la información sobre la distribución potencial actualizada de cada especie protegida y las presiones a las que están sujetas sus poblaciones, se tomó como marco de referencia la regionalización establecida en el Plan Veracruzano de Desarrollo 2005-2010, que reconoce las 10 regiones siguientes: Huasteca Alta, Huasteca Baja, Totonaca, Nautla, Capital, Las Montañas, Sotavento, Papaloapan, Los Tuxtlas y Olmeca (figura 2). Las políticas de crecimiento y desarrollo económico del estado, que promueven los procesos de transformación del paisaje veracruzano, se basan en este esquema de regionalización. Como tales políticas determinan las perspectivas de conservación de la vida silvestre, es importante que ésta y los servicios ambientales que suministra sean visibles para los administradores públicos y los tomadores de decisiones de los tres niveles de gobierno: federal, estatal y municipal, a fin de que incorporen estos componentes en las metas de los programas de gobierno. Esta regionalización permite distinguir las principales amenazas que enfrentan los mamíferos en cada ámbito socioeconómico estatal.

Las regiones de Veracruz donde ocurre la mayor densidad de especies protegidas son las regiones Olmeca (39 especies), Papaloapan (33 especies) y Los Tuxtlas (28 especies), en el sur del estado y Las Montañas (33 especies), que son donde se ubican los mayores remanentes de selvas perennifolias y subperennifolias. En cambio, en las regiones situadas al norte del estado, el número de especies con estatus de protección se reduce a 16 especies para la Huasteca Alta y a 19 para la Huasteca Baja y Totonacapan (figura 3). La región Capital contiene un número de especies protegidas (27), poco menor al que presenta Los Tuxtlas. Sin embargo, mientras que en Los Tuxtlas se concentra la mayor parte de los esfuerzos de conservación que se realizan en la entidad, la región Capital recibe muy poca aten-

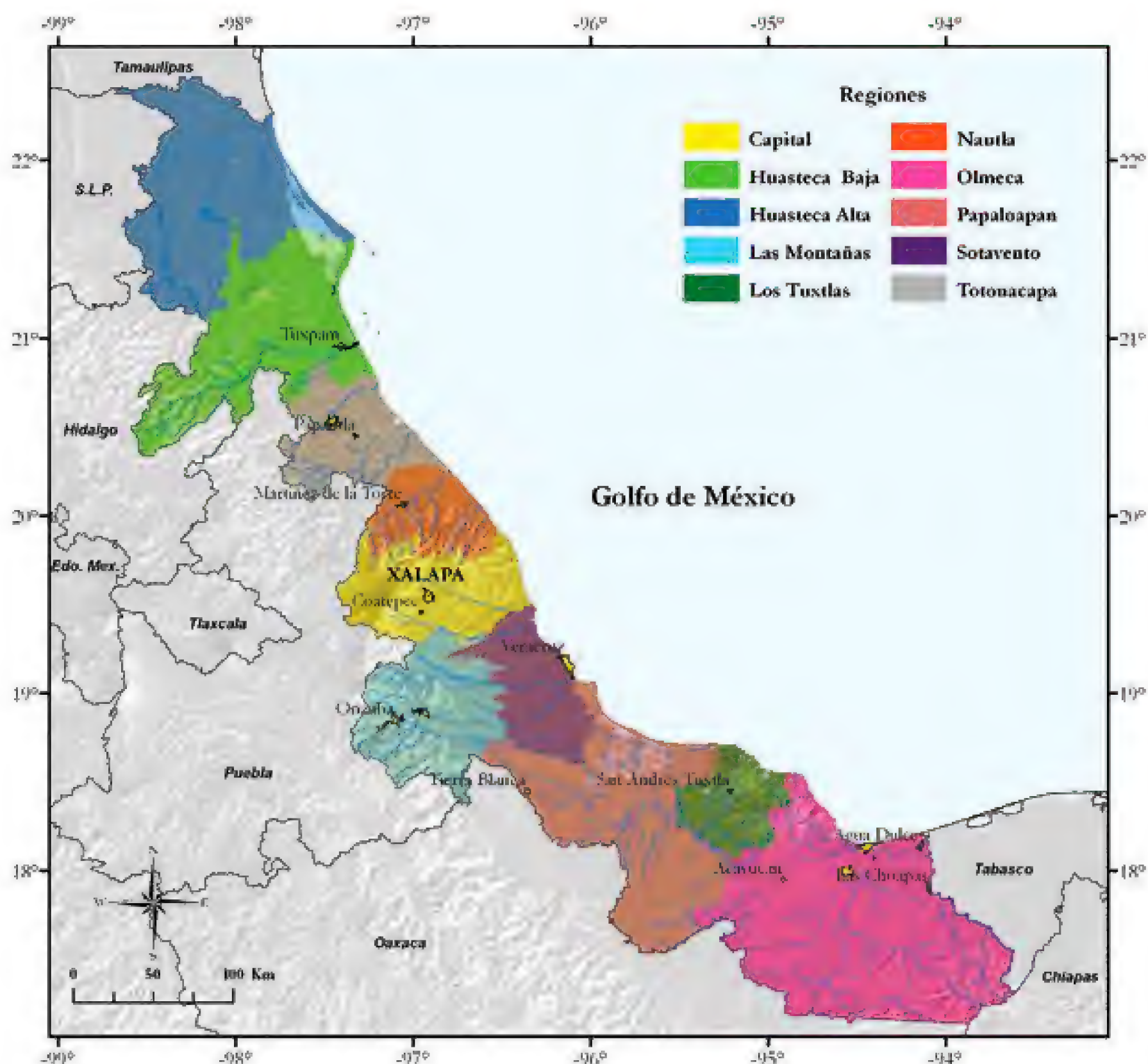


FIGURA 2. Regiones del estado de Veracruz (http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_veracruz).

ción. La región Olmeca es particularmente rica en especies porque incluye la zona de Uxpanapa, con sus remanentes de selva, pero al mismo tiempo en esta región se ubican cuatro de los complejos petroquímicos más importantes del país.

De las 51 especies de mamíferos amenazados que se distribuyen en Veracruz, ocho sólo ocurren en una de las 10 regiones mencionadas anterior-

mente. Los murciélagos *Lophostoma brasiliense*, *Lophostoma evotis*, *Centronycteris centralis*, *Perop-teryx kappleri kappleri* y *Myotis albescens*, y el mico de noche (*Cyclopes didactylus*) sólo han sido registra-dos en la región Olmeca; la tuza de Xúchil (*Ortho-geomys lanus*) ha sido registrada únicamente en 1904, en la porción sureste del Pico de Orizaba, en la región de Las Montañas; y el ratón de Perote

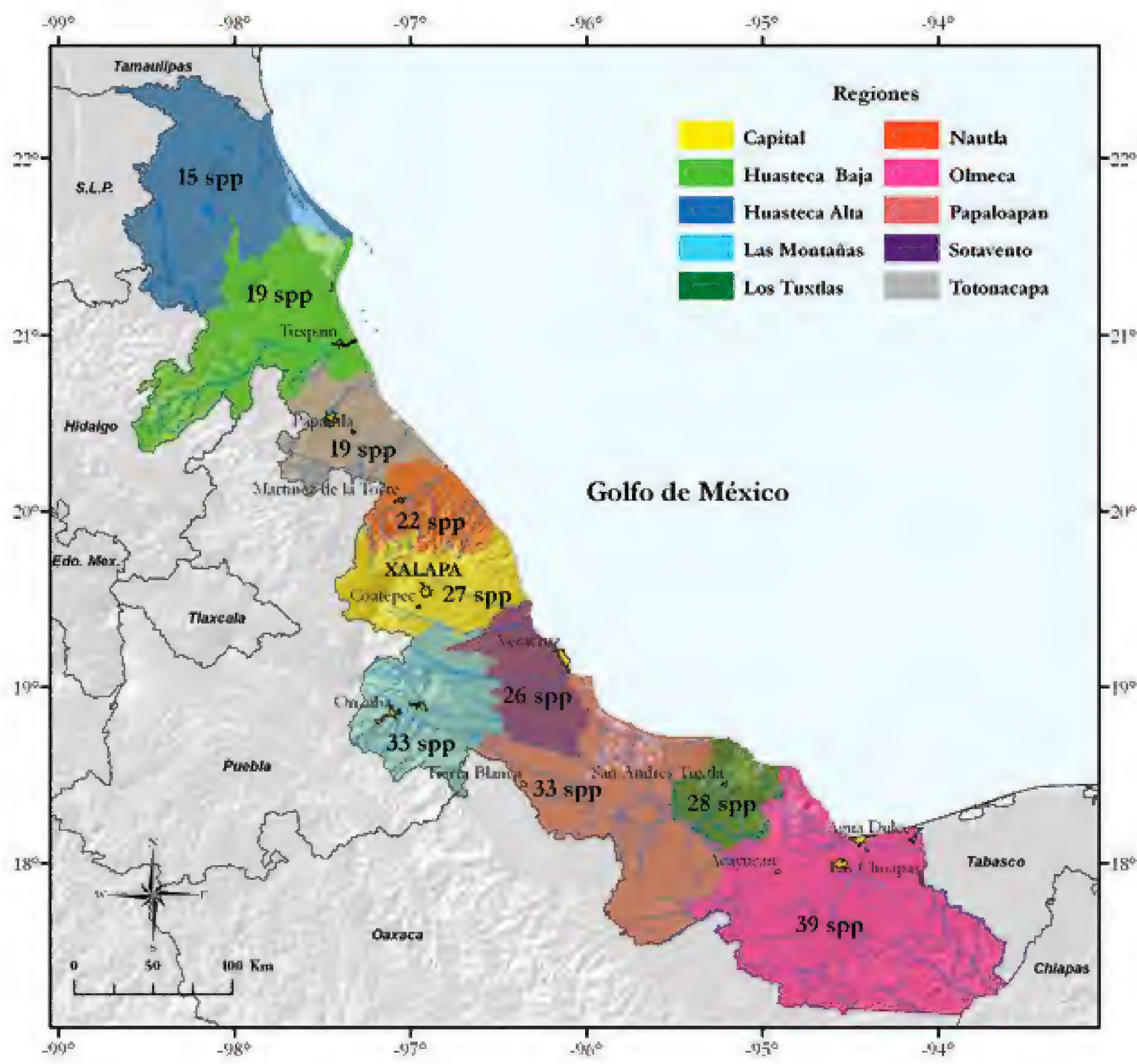


FIGURA 3. Número de mamíferos en estatus de conservación que ocurren en las regiones del estado de Veracruz.

(*Peromyscus bullatus*) tiene distribución restringida a una pequeña porción de la región Capital.

PRINCIPALES AMENAZAS

Además de la transformación del hábitat, los mamíferos enfrentan otras amenazas, que varían

en magnitud e intensidad dependiendo de la susceptibilidad de cada especie y de las condiciones del entorno regional. Estas presiones o amenazas interactúan entre sí y ejercen efectos sinérgicos (figura 4). En los cuadros 3 y 4 se indican las principales amenazas a las que están sometidas las especies de mamíferos en el territorio veracruzano.

CUADRO 3. Descripción de las principales amenazas que ponen en peligro a las especies de mamíferos de Veracruz enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

<p>Caza. Es la búsqueda de mamíferos con el objeto de matarlos para obtener ejemplares de trofeo, o el aprovechamiento de su carne u otras partes. Aquí se agruparon tanto la caza deportiva como la furtiva, la última practicada frecuentemente como medio de subsistencia o recreación. Afecta a mamíferos medianos principalmente, entre ellos dos felinos (el tigrillo y el ocelote), y al jaguar, el tapir y el manatí entre los mamíferos mayores.</p> <p>Colecta. Es la obtención de ejemplares vivos para comercio con coleccionistas, tiendas de animales y particulares que los usan o venden como mascotas. Generalmente afecta a cachorros y animales jóvenes de algunas especies carismáticas o susceptibles de cierto grado de domesticación como monos, martuchas, ardillas, perros de agua, brazo fuerte; aunque también a los felinos.</p> <p>Control. Cuando las especies de mamíferos entran en conflicto con los intereses económicos, ya sea como plagas de cultivos o depredadores de ganado, el productor busca la eliminación de individuos (como en el caso del jaguar y la onza) o de poblaciones (tuzas y ardillas) en sus terrenos.</p> <p>Urbanización. El crecimiento pocas veces planificado y generalmente desordenado de las ciudades, al remplazar hábitat para los mamíferos silvestres y al agotar y contaminar recursos necesarios para sostener la economía urbana, es una de las principales amenazas para los mamíferos en general. El avance de la frontera urbana a través de desarrollos industriales y fraccionamientos para viviendas, más una zona de influencia donde la caza furtiva, el vandalismo, la contaminación y actividades de recreación agravan su impacto en la fauna silvestre, afectan a 45 (88 %) de las especies en alguna categoría de riesgo.</p> <p>Agricultura. Al destruir o modificar los ecosistemas naturales hacia sistemas sumamente simplificados, la agricultura con monocultivos se convierte en una de las principales amenazas de extinción local para los mamíferos. La simplificación estructural del hábitat por la transformación hacia monocultivos y potreros (ver ganadería) elimina sitios de refugio y construcción de madrigueras, fuentes de presas y alimentos (diversidad de flores, frutos y hojas) para los mamíferos silvestres e incrementa sus encuentros con depredadores domésticos (perros, gatos, ratas), cazadores furtivos y enfermedades exóticas. Además la agricultura frecuentemente está asociado (para 20 especies de las amenazadas) con los efectos contaminantes de los pesticidas y herbicidas. En cambio, los policultivos y algunas plantaciones (mango, tabaco, cacao, etc.) parecen servir hasta cierto grado de reservorio de varias especies de mamíferos medianos y murciélagos (Estrada <i>et al.</i>, 1993; Estrada y Coates-Estrada, 2002; Gallina <i>et al.</i>, 1996; Sosa <i>et al.</i>, 2008).</p> <p>Ganadería. Junto con la urbanización y la agricultura, la ganadería es la principal causa de pérdida de hábitat natural para los mamíferos y en general para la flora y fauna de una localidad. En Veracruz, es una amenaza importante dada la gran extensión de territorio estatal que está bajo ese uso (Barrera y Rodríguez, 1993).</p> <p>Recreación. Esta amenaza se refiere a todas las acciones negativas que inciden sobre los mamíferos como consecuencia del turismo y otras actividades recreativas en exteriores como descenso de ríos, escalada, pesca deportiva, excursionismo, paseo a caballo, motociclismo y ciclismo de montaña. Aquí hemos incluido el vandalismo asociado a esas actividades como la destrucción o perturbación de cuevas y cuerpos de agua.</p> <p>Incendios. La mayoría de los incendios son ocasionados por personas ya sea deliberada o accidentalmente. Aparte de daños directos como muerte por asfixia o quemaduras, el principal efecto de los incendios es la reducción de hábitat disponible para mamíferos y el incremento de la probabilidad de exposición hacia otras amenazas como enfermedades, caza, depredadores nativos y exóticos.</p> <p>Tala de bosques. La tala ocasionada por los aprovechamientos forestales tiene efectos parecidos a la agricultura y ganadería en la destrucción o simplificación del hábitat de muchas especies de mamíferos. En particular los arborícolas son directamente afectados. También el desmonte definitivo para agricultura y eventualmente ganadería y el asociado al desarrollo industrial y habitacional disminuyen el hábitat.</p> <p>Vías de comunicación. La construcción, operación y mantenimiento de carreteras (en particular las pavimentadas de cuatro carriles), constituyen una amenaza para varias especies de mamíferos en riesgo, debido a atropellamientos y a que se constituyen en barreras para su dispersión. También se convierten en la entrada de otras causas de amenaza como la caza furtiva, la colecta, la urbanización y la contaminación por basura y derrames de líquidos.</p> <p>Líneas de transmisión. Las líneas transmisoras de fluido eléctrico, especialmente las de alta tensión constituyen una amenaza, aunque de menor grado, para especies con poca movilidad como los roedores y musarañas y para algunas especies arborícolas. Para las primeras el desmonte ocasionado para la colocación de torres y para el derecho de vía, crea avenidas de hábitat hostil que funcionan como barreras para su dispersión. Para monos y otros mamíferos arborícolas, las líneas de alta tensión constituyen un riesgo de electrocución.</p> <p>Contaminación industrial. Aquí incluimos la contaminación causada por la industria no petrolera: eléctrica; productos alimenticios, bebidas y tabaco; maderera, productos y muebles; productos metálicos, maquinaria, equipo e instrumentos de precisión; textiles, prendas de vestir e industria del cuero; productos minerales no metálicos (excluyendo petróleo y carbón) y otras. El principal impacto de la industria es el vertimiento de contaminantes a los arroyos y ríos y finalmente al mar, por lo tanto las especies que pueden ser afectadas son la nutria y el manatí. No poseemos información sobre el efecto de contaminantes del aire sobre los mamíferos silvestres de Veracruz, pero es un hecho que la emisión de gases con efecto invernadero está contribuyendo al aumento de la temperatura, con su consecuente modificación del clima y las franjas boscosas (http://www.sma.df.gob.mx/imecaweb/boletin/bol0706/pdf/04.pdf).</p> <p>Contaminación petrolera. Debido a la importancia de la exploración e industria petroquímica en Veracruz, la hemos considerado en forma aparte de la contaminación industrial. Su efecto es más evidente en los cuerpos y corrientes de agua y en las lagunas costeras, donde frecuentemente hay derrames, afectando a las especies asociadas a estos ambientes como son el manatí, la nutria y el tapir.</p> <p>Contaminación urbana. Esta fuente de contaminación abarca una gran diversidad de contaminantes incluidos los desechos sólidos no reciclables o degradables en tiempos cortos, y las aguas residuales. Prácticamente no existe tratamiento de aguas residuales en el estado de Veracruz, ya que del total del volumen que se descarga sólo se depura el 12 % (Galindo <i>et al.</i>, 2005). Desde luego es consecuencia de la urbanización con la que actúa en forma sinérgica. Uno de sus principales efectos negativos es la contaminación de acuíferos, manantiales y corrientes de agua que son importante fuente de agua bebible para los mamíferos silvestres, o bien constituyen el hábitat de sus presas (para la nutria por ejemplo) o las plantas de que se alimentan (caso del manatí).</p> <p>Contaminación por plaguicidas. Aunque carecemos de estudios para Veracruz, los insecticidas son un riesgo para las especies con dieta principalmente basada en insectos y otros invertebrados, ya que por acumulación en los tejidos pueden causar daños a la salud o muerte. Esta amenaza se asocia con la agricultura, la ganadería y la urbanización.</p>
--

CUADRO 4. Amenazas que ponen en peligro a las especies de mamíferos de Veracruz enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

ESPECIE	SOBREEXPLOTACIÓN (EFECTO DIRECTO)			PÉRDIDA DE HÁBITAT (EFECTOS INDIRECTOS)								CONTAMINACIÓN			
	Caza	Colecta	Control	Urbanización	Agricultura (Monocultivos)	Ganadería	Recreación (vandalismo)	Incendios	Aprovechamiento forestal	Vías de comunicación	Líneas de transmisión	Industrial	Petrolera	Urbana	Plaguicidas
<i>Micronycteris brachyotis</i> (Dobson, 1879)				1	1	1	1	1	1						1
<i>Chrotopterus auritus</i> (Peters, 1856)				1	1	1	1	1	1						
<i>Trachops cirrhosus</i> (Spix, 1823)				1	1	1	1	1	1						
<i>Lonchorhina aurita</i> (Tomes), 1863				1	1	1	1	1	1						
<i>Mimon benettii</i> (Gray, 1838)				1	1	1	1	1	1						
<i>Tonatia brasiliense</i> (Peters, 1866)				1	1	1	1	1	1						1
<i>Tonatia evotis</i> (Davis y Carter, 1978)				1	1	1	1	1	1						1
<i>Choeronycteris mexicana</i> (Tschudi, 1844)				1	1	1	1	1	1						1
<i>Leptonycteris yerbabuenae</i> (Miller, 1900))				1	1	1	1	1	1						1
<i>Leptonycteris nivalis</i> (Saussure, 1860)				1	1	1	1	1	1						1
<i>Herpailurus jagouaroundi</i> (Lacépède, 1809)	1		1	1	1	1	1		1	1					
<i>Lontra longicaudis</i> (Olfers, 1818)	1	1	1	1	1	1	1			1		1	1	1	1
<i>Galictis vittata</i> (Schreber, 1776)	1	1		1	1	1	1			1					
<i>Spermophilus perotensis</i> (Merriam,1893)	1	1	1				1			1					1
<i>Glaucomyys volans</i> (Linnaeus, 1758)					1	1	1	1	1	1	1				
<i>Orthogeomys lanius</i> (Elliot, 1905)			1	1			1			1					
<i>Megadontomys nelsoni</i> (Merriam, 1898)				1	1	1		1	1	1	1				1
<i>Coendou mexicanus</i> (Kerr, 1792)		1		1	1	1	1	1	1	1					
<i>Caluromys derbianus</i> (Waterhouse, 1841)					1	1	1		1	1	1				1
<i>Cryptotis mexicana nelsoni</i> (Merriam, 1895)				1	1	1		1	1	1	1				1
<i>Cryptotis mexicana obscura</i> (Merriam, 1895)				1	1	1		1	1	1	1				1
<i>Sorex macrodon</i> (Merriam, 1895)				1	1	1		1	1	1	1				1
<i>Sorex saussurei veraecrucis</i> (Jackson, 1925)				1	1	1		1	1	1	1				1
<i>Centronycteris maximiliani</i> (Fischer, 1829)				1	1	1	1								1
<i>Peropteryx kappleri kappleri</i> (Peters, 1867)				1	1	1	1								1
<i>Rhynchonycteris naso</i> (Wied-Neuwied, 1820)				1	1	1	1								1
<i>Pteronotus gymnonotus</i> (Natterer, 1843)				1	1	1	1								1
<i>Dermanura hartii</i> (Thomas, 1892)				1	1		1								
<i>Dermanura watsoni</i> (Thomas, 1901)				1	1		1								
<i>Thyroptera tricolor albiventer</i> (Tomes, 1856)				1	1	1	1		1						1
<i>Myotis albescens</i> (É. Geoffroy St.-Hilaire, 1806)				1			1		1			1		1	1
<i>Eumops bonarensis nanus</i> (Miller, 1900)			1	1			1		1						1
<i>Conepatus semistriatus conepatl</i> (Gmelin, 1788)	1			1	1	1	1		1	1					
<i>Potos flavus</i> (Schreber, 1774)	1	1		1	1	1	1		1	1	1				
<i>Bassariscus sumichrasti</i> (Saussure, 1860)	1		1	1	1	1	1		1	1					
<i>Sciurus oculatus</i> (Peters, 1863)	1	1	1	1		1	1		1	1	1				
<i>Dipodomys phillipsii</i> (Gray, 1841)				1		1					1				
<i>Microtus quasiater</i> (Coues, 1874)				1	1			1	1	1	1				
<i>Habromys simulatus</i> (Osgood, 1904)				1	1	1		1	1	1	1				
<i>Peromyscus bullatus</i> (Osgood, 1904)				1	1	1				1	1				
<i>Cyclopes didactylus</i> (Linnaeus, 1758)				1	1	1			1	1	1				1
<i>Tamandua mexicana mexicana</i> (Saussure, 1860)	1	1		1	1	1			1	1					1
<i>Vampyrum spectrum</i> (Linnaeus, 1758)				1	1	1			1						
<i>Alouatta palliata</i> (Gray, 1849)	1	1		1	1	1	1		1	1					
<i>Ateles geoffroyi</i> (Kuhl, 1820)	1	1		1	1	1	1		1	1	1				
<i>Leopardus pardalis</i> (Linnaeus, 1758)	1	1		1	1				1	1					
<i>Leopardus wiedii</i> (Schinz, 1821)	1	1		1	1	1			1	1					
<i>Panthera onca</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	1		1	1		1	1	1					
<i>Eira barbara</i> (Linnaeus, 1758)	1			1	1	1			1	1					
<i>Trichechus manatus</i> (Linnaeus, 1758)	1						1					1	1	1	1
<i>Tapirus bairdii</i> (Gill, 1865)	1				1	1			1	1			1		
<i>Dipodomys phillipsii perotensis</i> (Merriam, 1894)															
Total por amenaza	17	12	8	45	44	42	34	20	38	30	14	3	3	3	24

GRANDES TRANSFORMACIONES

La ganadería, la agricultura intensiva y la urbanización son presiones radicales, muy visibles y de impacto inmediato, que afectan en conjunto a más del 80 % de las especies. Estas presiones están coligadas con polos de crecimiento económico y son, hasta cierto punto, predecibles en el tiempo y en el espacio. El fomento a la ganadería en Veracruz ha hecho que el estado tenga el mayor hato bovino del país, con más de 4 millones de cabezas de ganado, ocasionando el desmonte de extensas áreas de selva. La ganadería ejerce presión sobre 42 especies de mamíferos. Las mayores alteraciones ocasionadas por la agricultura se deben al establecimiento de monocultivos, que simplifican radicalmente el entorno natural. Los cultivos de maíz y caña de azúcar son los que cubren más superficie agrícola en la entidad; ocupan, respectivamente, alrededor del 40 y 15 % de toda la superficie sembrada en el estado (INEGI, 1998). Pero la caña de azúcar es particularmente impactante por ser un cultivo perenne, además de que Veracruz es el estado del país con mayor número de ingenios cañeros (22 en total) y ha venido incrementando la superficie destinada a este cultivo, pasando de 232 578 ha en 1997 a 271 544 ha en 2005 (UNC, 2006). La perspectiva a futuro tiende a que la superficie se incremente, ya que se contempla instaurar un amplio proyecto para la producción de alcohol (etanol). La agricultura de monocultivos representa una amenaza para 44 especies de mamíferos.

En general, las presiones sobre los mamíferos silvestres son más fuertes en áreas donde el uso del territorio es muy intenso. El nivel de urbanización y la densidad poblacional son indicadores del grado de tensión que resiente la fauna silvestre, porque son factores que promueven la eliminación y la fragmentación del hábitat, principal causa de pérdida de biodiversidad (McNelly, 1992). Aun en las áreas rurales, la densidad demográfica da una idea de la intensidad de las interacciones entre la fauna y la

población humana. Después del Estado de México y el Distrito Federal, Veracruz es la tercera entidad política más poblada del país. En el año 2000 tenía una densidad poblacional de 96 hab/km², que se incrementó a 99 hab/km² para el año 2005. Este valor se sitúa por arriba del promedio nacional que es de 52.8 hab/km² (CONAPO, 2006). La población de Veracruz está distribuida de forma irregular, concentrándose en ciertas partes del territorio donde ejerce fuertes presiones sobre la fauna local (figura 4). Las regiones donde se concentran los municipios más intensamente poblados del estado de Veracruz son: Sotavento (229.8 hab/km²), Las Montañas (212.7 hab/km²) y Capital (194.6 hab/km²). En total, 45 especies de mamíferos en estatus de protección son susceptibles a las amenazas derivadas de la urbanización. En la región de Las Montañas, donde se distribuyen 33 especies de mamíferos en alguna categoría de riesgo, se presenta uno de los valores más altos de densidad demográfica. Las Regiones Olmeca y Papaloapan, donde se distribuye la mayor parte de las especies de mamíferos con protección, presentan densidad promedio de 67 y 50 habitantes por kilómetro cuadrado, respectivamente. El municipio de Uxpanapa tiene una de las densidades demográficas más bajas de la entidad y en su territorio se distribuye un número importante de especies de mamíferos, por lo que representa uno de los lugares más relevantes para programas de conservación.

PRESIONES CRÓNICAS

Además de las amenazas radicales, de impacto inmediato, existen otras presiones más puntuales y menos dramáticas pero que ejercen presión constante o crónica sobre las poblaciones, pudiéndose traducir en impactos acumulativos que pueden llevar a la erradicación de las poblaciones (Singh, 1998). Este es el caso de las acciones de vandalismo tales como la destrucción de madrigueras o refugios y el acoso continuo

Por otro lado, aunque no existen estadísticas al respecto, se sabe que la caza es una práctica ampliamente distribuida para el control de mamíferos carnívoros o los roedores que habitan cerca de cultivos, al igual que el uso de trampas y venenos. Entre los mamíferos amenazados por estas actividades hay 24 especies de murciélagos insectívoros y musarañas, los cuales podrían estar siendo afectados por el consumo de alimento contaminado con plaguicidas. Hay evidencia de que los plaguicidas agrícolas ingeridos con los insectos que portan niveles subletales, han sido responsables de la muerte de murciélagos y de las crías alimentadas con leche contaminada (Racey y Entwistle, 2003); sin embargo, se desconoce el impacto que esto está teniendo en las especies que habitan en Veracruz.

PRESIONES CONCATENADAS

El impacto por la construcción y operación de carreteras que eliminan hábitat disponible y aíslan a las poblaciones, representa afectaciones para 30 especies (59 % del total) de mamíferos; mientras que el desmonte en los derechos de vía de las líneas de transmisión significa la pérdida de hábitat y el aislamiento poblacional para 14 especies de mamíferos no voladores. La construcción de este tipo de infraestructuras, responde a pautas de crecimiento urbano, económico o industrial. A su vez, la presencia de esa infraestructura detona otros procesos, como la colonización de tierras poco habitadas o el crecimiento económico en áreas marginales, generando ciclos de realimentación entre apertura de áreas de colonización y demanda de más infraestructura para dar servicios a áreas semiurbanas.

Aunque las presiones por incendios forestales pueden afectar a 20 de las especies en estatus de riesgo, actualmente en el estado de Veracruz la incidencia de incendios es relativamente baja y el área de afectación es reducida. Esto se debe a que la mayor parte de la superficie del estado susceptible

de grandes incendios forestales, se encuentra totalmente transformada. Los incendios asociados a las labores agrícolas pueden estar ejerciendo un impacto crónico sobre la fauna aledaña y puede promover el desmonte de nuevas áreas.

BARRERAS

Otra amenaza importante que existe en las regiones donde ocurre el mayor número de especies de mamíferos en riesgo, es la presencia de carreteras pavimentadas, en especial las autopistas de cuatro carriles, como las que unen a las ciudades de Xalapa - Veracruz y Puebla - Veracruz, que prácticamente dividen en dos partes al estado, así como la carretera La Tinaja - Cosoleacaque, que atraviesa el sur de la entidad. La operación de carreteras elimina a organismos de lento movimiento, como el oso hormiguero (*Tamandua mexicana mexicana*), el cabeza de viejo (*Eira barbara*) o el zorrillo cadeno (*Conepatus semistriatus coneptatl*), que debido a las colisiones con vehículos pueden sufrir serias afectaciones demográficas. Las carreteras alteran la conducta animal al ocasionar cambios en el ámbito hogareño, movimientos, éxito reproductivo, respuesta de escape y estado fisiológico. Además, las medidas de mitigación para reducir la pérdida de animales por colisiones con vehículos no han sido muy exitosas (Trombulak y Frissell, 2000).

ESPECIES MÁS PRESIONADAS

La nutria o perro de agua (*Lontra longicaudis*) es la especie en riesgo sujeta a mayor número de presiones de distinta naturaleza, pues está amenazada por la destrucción del hábitat, la contaminación de los cuerpos de agua, la cacería, la captura de crías y el vandalismo. En segundo lugar están las especies arborícolas como el mono araña (*Ateles geoffroyi*), la martucha (*Potos flavus*) y la ardilla (*Sciurus oculatus*),

que son muy susceptibles a que sus poblaciones queden aisladas por las vías de comunicación y los derechos de vía de las líneas de transmisión. En tercer lugar en cuanto a número de presiones están: el mono aullador (*Alouatta palliata*), el jaguar (*Panthera onca*), el cacomixtle tropical (*Bassariscus sumichrasti*), las musarañas (*Cryptotis nelsoni*, *C. obscura*, *Sorex macrodon* y *Sorex saussurei veraecrucis*), el puerco espín (*Coendou mexicanus*) y el ratón *Megadontomys nelsoni*.

PERSPECTIVAS A FUTURO

En muchas partes más de Veracruz el proceso de defaunación es evidente, aún en áreas consideradas relativamente conservadas, como es el caso de la región de Los Tuxtlas (Dirzo y García, 1992). Debido a que algunas amenazas llevan asociadas otras más, es difícil determinar cuál es la causa principal de la extirpación local de varias especies de mamíferos. Sin embargo, considerar una fuente de amenaza aislada de las otras es subestimar su efecto, además de que se ignora el contexto económico en el que se genera la amenaza (Czech *et al.*, 2000). Por ejemplo, el desarrollo de vías de comunicación está directamente ligado con las políticas de desarrollo regionales que implican urbanización, desarrollos industriales y turísticos. A su vez, estos últimos transforman, degradan (produciendo diversas fuentes de contaminación) o destruyen el hábitat disponible (figura 4). En el lado positivo, la identificación de fuentes de amenaza que están asociadas permite buscar soluciones integrales y localizar nodos que requieren máxima atención o soluciones creativas; o bien permite la aplicación de medidas que beneficien a un grupo de especies con requerimientos ecológicos similares (como las especies arborícolas o especies que están asociadas a humedales). Finalmente, permite reconocer áreas donde se requiere de más estudios para evaluar el grado de amenaza de un factor.

En el cuadro 5 se presenta el porcentaje de asociaciones pareadas entre las principales amenazas identificadas para los mamíferos de Veracruz enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2001. Las fuentes de amenaza relacionadas con la pérdida de hábitat (agricultura con monocultivos, la ganadería, la urbanización y la tala de bosques) son las que tienen el mayor número de asociaciones con otra amenaza, la cual en general también es causa de pérdida de hábitat. En cambio, presentan poca asociación con amenazas por fuentes de contaminación, con excepción de la contaminación por plaguicidas y otros agroquímicos. Es importante analizar los casos en que todas las especies amenazadas por una causa también están amenazadas por otra (100 % de asociación). Por ejemplo, las amenazadas por incendios también lo están, simultáneamente, por la agricultura y la tala de bosques, sugiriendo una cadena causal o efectos concomitantes; o bien, todas las especies amenazadas por contaminación industrial también lo están por las actividades de recreación y el vandalismo asociado, y por la contaminación de origen urbano y la de plaguicidas. También se observa una gran asociación entre las amenazas por contaminación que inciden principalmente en las especies de ambientes acuáticos o asociadas.

El crecimiento de la población acompañada por la ineludible intensificación de los procesos productivos, significará mayor presión para los mamíferos silvestres de Veracruz. Así, además de los complejos petroquímicos que existen en el sur del estado, en la región centro se encuentran operando tres grandes parques industriales (Bruno Pagliai, Ixtac y Córdoba-Amatlán) y están en desarrollo otros cinco: dos en el norte (Pánuco y Tuxpan), dos en el centro (Las Bajadas y Orizaba) y uno al sur (Nanchital). En los ambientes de la zona centro del estado, especialmente las regiones Capital y Las Montañas, que están intensamente poblados y han sido severamente explotados, la población humana está lejos de mantenerse estable. De acuerdo con las proyecciones de crecimiento demográfico en los municipios de Veracruz, del Consejo Nacional de

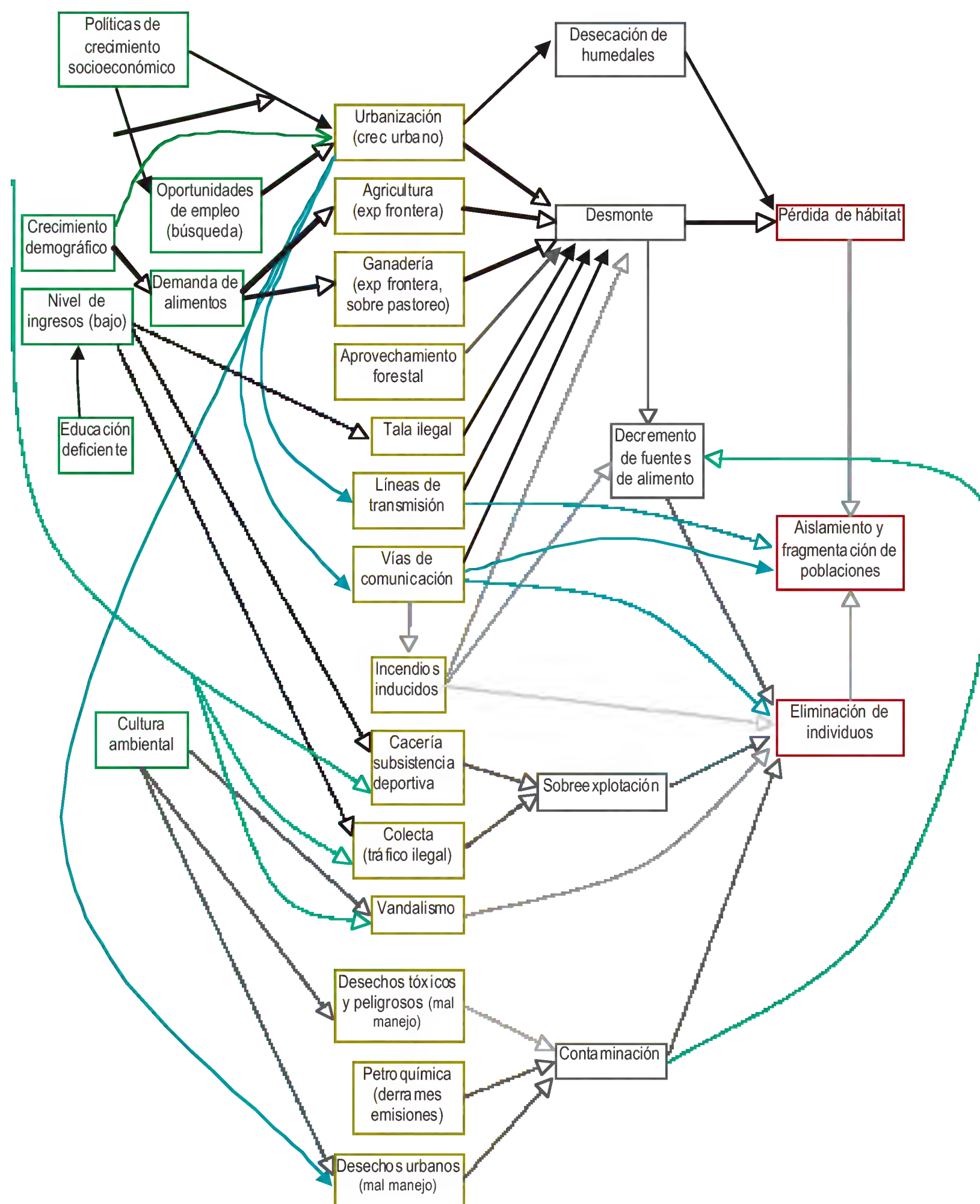


FIGURA 4. Amenazas e interrelaciones de los factores que inciden en la pérdida de viabilidad de las poblaciones de mamíferos silvestres en Veracruz.

CUADRO 5. Asociaciones entre las amenazas para la existencia de las especies de mamíferos de Veracruz enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001. Cada celda indica el porcentaje de especies amenazadas por la amenaza específica a la columna que simultáneamente está amenazada por la causa específica a la fila. Ejemplos: el 57 % de las especies amenazadas por la agricultura, columna 5, están simultáneamente afectadas por las vías de comunicación (fila 10); a su vez, el 83 % de las especies amenazadas por las vías de comunicación (columna 10) están simultáneamente amenazadas por la agricultura de monocultivos (fila 5); la amenaza más frecuentemente asociada con la ganadería es la agricultura (95 %) y la menos asociada con la ganadería es la contaminación industrial y urbana (2 %).

Amenazas		Sobreexplotación (efectos directos),			Pérdida de hábitat (efectos indirectos)					Contaminación					Total de asociaciones exhibida por la amenaza		Proporcional*	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Caza	1		92**	75	29	32	33	21	5	34	40	21	67	100	33	17	104	6.1
Colecta	2	65		50	22	23	24	24	10	24	40	21	33	0	33	13	84	7.0
Control	3	35	33		13	9	12	21	10	13	23	7	33	33	33	13	53	6.6
Urbanización	4	76	83	75		91	86	85	80	89	83	86	67	33	67	83	246	5.5
Agricultura (monocultivo)	5	82	83	50	89		95	82	100	92	83	93	33	67	33	83	253	5.8
Ganadería	6	82	83	63	80	91		79	95	89	87	93	33	67	33	83	248	5.9
Recreación (vandalismo)	7	41	67	88	64	64	64		60	61	47	36	100	67	100	13	171	5.0
Incendios	8	6	17	25	36	45	45	35		53	33	57	0	0	0	46	121	6.1
Tala de bosques	9	76	75	63	76	80	81	68	100		80	93	33	33	33	71	230	6.1
Vías de comunicación	10	71	100	88	56	57	62	41	50	63		100	33	67	33	42	183	6.1
Líneas de transmisión	11	18	25	13	27	30	31	15	40	34	47		0	0	0	29	92	6.6
Industrial	12	12	8	13	4	2	2	9	0	3	3	0		67	100	13	21	7
Petrolera	13	18	0	13	2	5	5	6	0	3	7	0	67		67	8	20	7
Urbana	14	6	8	13	4	2	2	9	0	3	3	0	100	67		13	20	7
Por plaguicidas	15	24	25	38	44	45	48	9	55	45	33	50	100	67	100		126	5

*Número de asociaciones dividida por el número de especies que presentan la amenaza de esa fila.

**Los porcentajes de asociaciones en pares que están en *itálicas negritas* constituyen el decil superior.

Población (CONAPO), en las regiones Las Montañas y Capital ocurrirán los mayores niveles de crecimiento demográfico (figura 6). También, de acuerdo con los datos de CONAPO, Veracruz está en plena fase de crecimiento demográfico, el cual empezaría a amainar hasta el año 2017.

Dada la multiplicidad de amenazas para los mamíferos y considerando la asociación que existe entre muchas de ellas, la posibilidad de supervivencia de los mamíferos de Veracruz dependerá del éxito de al menos cuatro vías de acción. La primera es la realización de los Ordenamientos Ecológicos del Territorio a niveles municipal, regional y estatal y en perfecta coordinación; es decir, pasar del decreto a su operatividad. La segunda es la adopción de una actitud proactiva en el establecimiento de más áreas naturales protegidas (ANP) y en la consolidación de las ya existentes, bajo un diseño de archipiélago de ANP unidas por corredores biológicos. La tercera es reemplazar en las instituciones públicas,

en las de investigación y en la sociedad civil, la concepción tradicional de conservación por una nueva conservación biorregional que considera desde una visión integral la biodiversidad y el desarrollo social. Esta visión concibe “la creación de las ANP como parte de una determinada región, lo cual supone su integración con las zonas bajo uso humano, promoviendo la conservación de la biodiversidad en íntima correlación con los componentes físicos de los paisajes y con los factores económicos, culturales, demográficos y políticos del desarrollo social regional” (Toledo, 2005). Finalmente es importante promover estudios específicos sobre la ecología y el estado de conservación de las especies enlistadas en la NOM, asimismo la generación de tesis de licenciatura y posgrado podrían ser productos enfocados a la resolución de problemas de conservación de estas especies.

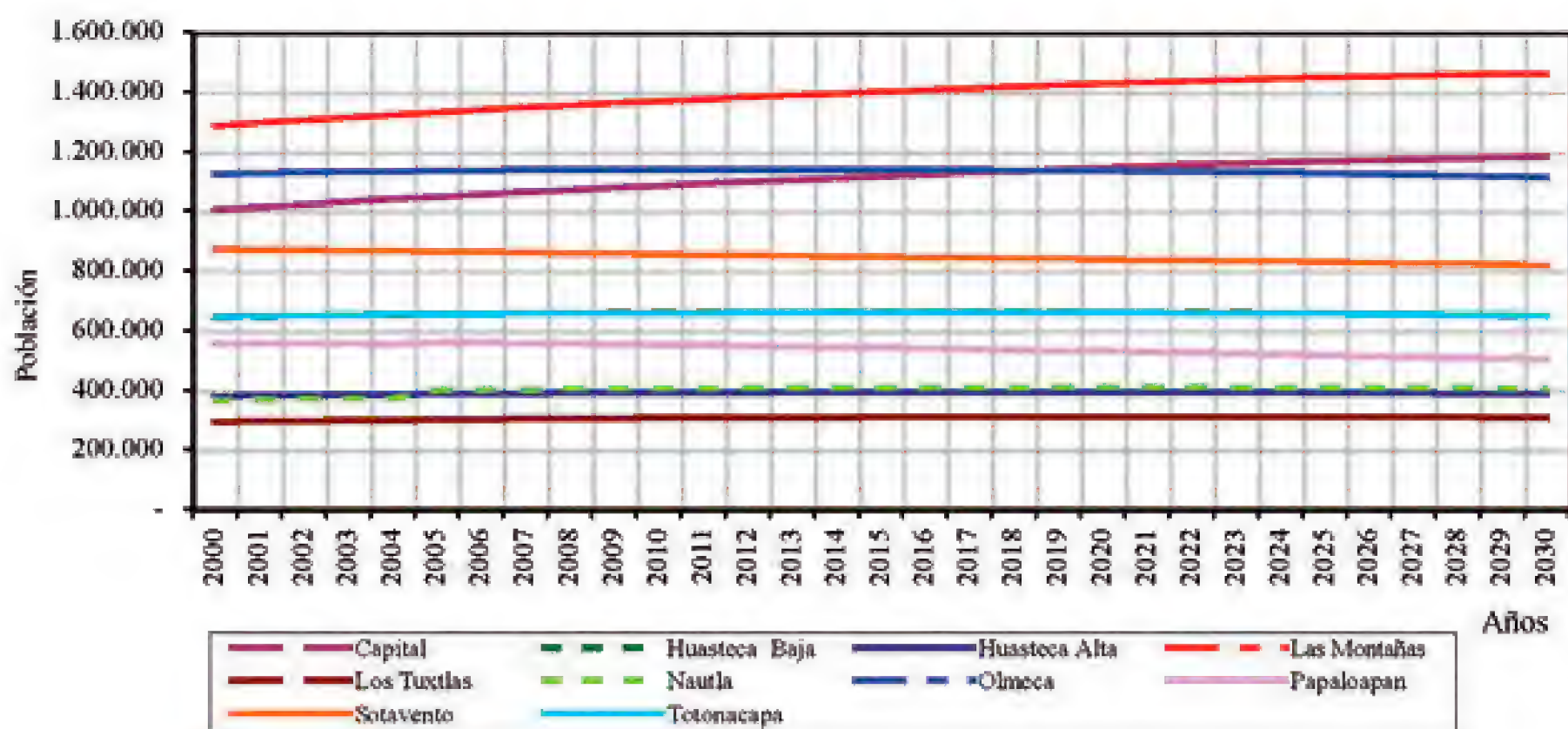


FIGURA 6. Proyecciones del crecimiento demográfico en las 10 regiones del estado de Veracruz, consideradas en el Plan Veracruzano de Desarrollo 2005-2010, con datos del CONAPO para el periodo 2000-2030 (<http://www.conapo.gob.mx/>).

LITERATURA CITADA

- BARRERA, N. y H. Rodríguez (coords.), 1993, *Desarrollo y Medio Ambiente en Veracruz, impactos económicos, ecológicos y culturales de la Ganadería en Veracruz*. Fundación Friedrich Ebert Stiftung/CIESAS-Golfo/Instituto de Ecología, México, 314 pp.
- CEBALLOS, G. y G. Oliva, 2005, *Los mamíferos silvestres de México*, Conabio/Fondo de Cultura Económica, México, 987 pp.
- CZECH, B., P.R. Krausman y P.K. Devers, 2000, Economic associations among causes of species endangerment in the United States, *BioScience* 50 (7): 593-601
- DIRZO, R. y M.C. García, 1992, Rates of deforestation in Los Tuxtlas, a Neotropical area in southeast Mexico, *Conservation Biology* 6:84-90
- ESTRADA, A. y R. Coates-Estrada, 2002, Bats in continuous forest, forest fragments and in an agricultural mosaic habitat-island at Los Tuxtlas, Mexico, *Biological Conservation* 2: 237-245.
- ESTRADA, A., R. Coates-Estrada y Jr., D. Meritt, 1993, Bats species richness and abundance in tropical rain forest fragments and in agricultural habitats at Los Tuxtlas, México, *Ecography* 16:309-318.
- GALINDO, J.A., L. Vázquez-Castán, M.A. Cruz-Lucas, M. López-Ortega y P. San Martín del Ángel, 2005, Contaminación del Río Cazones, Veracruz, México durante el periodo octubre 2004-junio 2005, *Revista UDO Agrícola* 5 (1): 74-80.
- GALLINA, S., S. Mandujano y A. González-Romero, 1996, Conservation of mammalian biodiversity in coffee plantations of central Veracruz, Mexico, *Agroforestry Systems* 33: 13-27.
- GAONA, S., A. González-Christen y R. López-Vilchis, 2003, Síntesis del conocimiento de los mamíferos silvestres del Estado de Veracruz, México, *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 3ª época, 1:91-123.
- GONZÁLEZ-CHRISTEN, A., González Romero, A. y J.S. Colmenares, 2006, Primer registro de *Taxidea taxus berlanderi* Baird, 1858 (Mammalia: Carnivora: Mustelidae) para el Estado de Veracruz, México, *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 22 (3): 153-156.
- HALL, E.R., 1981, *The mammals of North America*. 2ª ed., John Wiley & Sons. Nueva York, 2 vols., 1 271 pp.
- MCNELLY, J.A., 1992, The Biodiversity Crisis: Challenges for Research and Management, en O.T. Sæthund *et al.* (eds.), *Conservation of Biodiversity for Sustainable Development*, Scandinavian University Press.
- RACEY, P.A. y A.C. Entwistle, 2003, Conservation ecology of bats, en T.H. Kunz y M.B. Fenton (eds.), *Bat Ecology*, The University of Chicago Press, Chicago.
- SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (Semarnat), 2002, Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestre- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo, *Diario Oficial de la Federación*, México.
- , (Semarnat), Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) e Instituto de Geografía (UNAM), 2001, Inventario Nacional Forestal 2000-2001, escala 1:250 000.
- SINGH, S.P., 1998, Chronic disturbance: a principal cause of environmental degradation in developing countries, *Environmental Conservation* 25: 1-2.
- SOSA, V. J., E. Hernández Salazar, D. Hernández-Conrique y A.A. Castro-Luna, 2008, Murciélagos (Mammalia: Chiroptera). Pp. 181-192 en R. Manson, V. Hernández-Ortiz, S. Gallina & K. Mehlreter (eds.). *Agroecosistemas Cafetaleros de Veracruz: Biodiversidad, Manejo y Conservación*. Instituto de Ecología, A. C. (INECOL) e Instituto Nacional de Ecología, (INE-Semarnat), México. 340 p.
- TOLEDO, V., 2005, Repensar la conservación: ¿áreas naturales protegidas o estrategia bio regional?, *Gaceta ecológica* 77:67-83
- TROMBULAK, S.C. y C.A. Frissell, 2000, Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities, *Conservation Biology* 14(1): 18-30.

Nuestros autores

Abarca Arenas Luis Gerardo

Institución: Instituto de Investigaciones Biológicas, Universidad Veracruzana (IIB-UV)

Contacto: Dr. Luis Castelazo s/n, Col. Industrial Ánimas, Xalapa, Veracruz. luisgaa@gmail.com

Síntesis CV: Doctorado en la Universidad de Maryland, USA, Maestría CINVESTAV-Mérida, marzo de 1991 y Licenciatura ENEP-Iztacala, mayo de 1987. Responsable técnico del proyecto Patrones y Tendencias de Redes Tróficas, financiado por el Conacyt. Responsable técnico del proyecto Red de Investigación y Docencia de la Costa Veracruzana, financiado por la DGI-UV. Coeditor de un libro sobre el Sistema Arrecifal Veracruzano, y autor de varios artículos en revistas indexadas.

Áreas de interés: Ecología trófica, Ecología de peces, Redes tróficas, Sistemas Costeros, Ecología Teórica.

Aguilar Rodríguez Sergio Humberto

Institución: Museo de la Fauna de Veracruz

Contacto: Calle Nevado de Toluca s/n, Col. Progreso Macuiltepec, Xalapa, Veracruz. aguilar.sergio@gmail.com

Síntesis CV: Naturalista y ornitólogo, ha publicado más de 120 artículos sobre la biodiversidad del estado de Veracruz en revistas, 2 libros, 2 cuadernos de divulgación y varias páginas web. Colaboró en el proyecto del Parque de la Flora y Fauna Silvestre Tropical de la Universidad Veracruzana en Los Tuxtlas. Fundador de Pronatura Veracruz en Xalapa y del Museo de la Fauna de Veracruz en el Parque Ecológico Macuilitépetl, en donde funge como presidente del Patronato y director del mismo parque. Ha tomado e impartido cursos, talleres y realizado estancias en diversas Áreas Naturales Protegidas de la República Mexicana y de otros países como EEUU y Belice, entre otros.

Áreas de interés: Áreas Naturales Protegidas, Ornitología, Botánica, Cetrería, Fotografía.

Aguirre León Arturo

Institución: Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) Xochimilco.

Departamento: Departamento del Hombre y su Ambiente.

Contacto: Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Delegación Coyoacán, C.P. 04960. México, D.F. agla1269@correo.xoc.uam.mx

Síntesis CV: Licenciatura en Biología en la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Maestría en Ciencias del Mar (Oceanografía Biológica y Pesquera) en el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Publicación de 40 documentos científicos en revistas arbitradas de carácter nacional e internacional.

Áreas de interés: Ecología de sistemas costeros tropicales, Ecología y evaluación de comunidades de peces costeros, Dinámica poblacional de peces comerciales, Taxonomía de peces costeros tropicales.

Álvarez Noguera Fernando

Institución: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (IB-UNAM)

Departamento: Zoología

Contacto: 3er. Circuito exterior s/n, Ciudad Universitaria, Copilco. C.P. 04510. México, Distrito Federal. falvarez@servidor.unam.mx

Síntesis CV: Biólogo de la Facultad de Ciencias, UNAM, junio de 1984. Maestro en Ciencias, Tulane University, New Orleans, Louisiana, mayo de 1987. Doctor (PhD), University of Maryland, College Park, Maryland, mayo de 1993. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel III, es miembro regular de la Academia Mexicana de Ciencias y nivel D del PRIDE, UNAM. Ha publicado 70 artículos en revistas arbitradas, autor de 6 libros, 18 capítulos de libro y 4 artículos de difusión. Árbitro de más de 70 manuscritos enviados a revistas internacionales, ha impartido 23 conferencias por invitación.

Miembro de más de 100 comités de licenciatura y posgrado y de varias comisiones dentro de la UNAM. Ha dirigido 17 tesis de licenciatura (5 en proceso), 13 tesis de maestría (6 en proceso) y 3 de doctorado.

Áreas de interés: Sistemática y ecología de crustáceos, Interacciones parásito-hospedero.

Álvarez Sánchez Francisco Javier

Institución: Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.

Departamento: Ecología y Recursos Naturales

Contacto: Ciudad Universitaria, Del. Coyoacán, Distrito Federal, México. C.P. 04510. fjas@hp.fciencias.unam.mx

Síntesis CV: Realizó sus estudios de Licenciatura, Maestría y Doctorado en la Universidad Nacional Autónoma de México, donde actualmente es Profesor Titular de Tiempo Completo Definitivo en el Departamento de Ecología y Recursos Naturales de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Es profesor de la Licenciatura en Biología desde 1982 y en el posgrado desde 1987 y ha dirigido 15 tesis de licenciatura y maestría. Su especialidad han sido los estudios de ecología del suelo en la selva tropical húmeda, en particular en lo que se refiere a la ecología de micorrizas arbusculares y la descomposición de hojarasca. Los resultados de sus investigaciones han generado 27 publicaciones.

Áreas de interés: Ecología.

Arias Mota Rosa María

Institución: Instituto de Ecología A.C., (Inecol)

Departamento: Biología de Suelos

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz. rosa.arias@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Licenciada en Biología, egresada del Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, Tamaulipas. Realizó la Maestría en Ciencias Forestales en la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León y la Especialidad en Edafología, Fertilidad de Suelos y Biología Vegetal de la Universidad de Granada, España. Es candidata a Doctora en Microbiología en el posgrado de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Desde hace 10 años colabora en el Inecol, donde ha participado en investigaciones enfocadas al conocimiento taxonómico y ecológico de los hongos microscópicos del suelo y restos vegetales.

Áreas de interés: Taxonomía, Ecología, Micología, Edafología, Microbiología.

Arroyo Rodríguez Víctor

Institución: Centro de Investigaciones en Ecosistemas (Cieco) de la Universidad Nacional Autónoma de México

Contacto: Antigua Carretera a Pátzcuaro núm. 8701. Col. ExHacienda de San José de La Huerta. C.P. 58190. Morelia, Michoacán. victorarroyo_rodriguez@hotmail.com

Síntesis CV: Se encuentra realizando una estancia posdoctoral en el Centro de Investigaciones en Ecosistemas (Cieco) de la UNAM. Ecólogo de formación, ha realizado estudios de fragmentación durante 8 años en la región de Los Tuxtlas, Veracruz, analizando sus efectos sobre las poblaciones de monos aulladores (*Alouatta palliata mexicana*) y su hábitat a diferentes escalas espaciales. Cuenta con 28 publicaciones científicas, 15 de las cuales se encuentran en revistas internacionales indexadas en el ISI.

Áreas de interés: Fragmentación.

Avendaño Reyes Sergio

Institución: Instituto de Ecología A.C. (Inecol)

Departamento: Biodiversidad y Sistemática

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec, núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.

sergio.avendano@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Investigador del Departamento de Biodiversidad y Sistemática, actualmente es curador del Herbario XAL. Cursó la Licenciatura en la Universidad Veracruzana, la Maestría en la Facultad de Ciencias de la UNAM y estudios de doctorado en la Universidad Autónoma Metropolitana. Colabora en el proyecto Flora de Veracruz y en el estudio anatómico sobre el género *Ceratozamia* de México; ha publicado diversos artículos en revistas nacionales y extranjeras, capítulos de libros y artículos de divulgación.

Áreas de interés: Taxonomía y Florística.

Ávila Bello Carlos H.

Institución: Universidad Veracruzana

Contacto: Carretera costera del Golfo Km. 4.5 (Tramo Acayucan-Catemaco. Las Hojitas). Acayucan, Veracruz. C.P. 96000 carla-avila@uv.mx

Síntesis CV: Ingeniero Agrónomo egresado de la Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco. Obtuvo la Maestría en Botánica por el Colegio de Postgraduados y el Doctorado en Agroecología en la misma institución. Actualmente es profesor-investigador de la Universidad Veracruzana. Realiza investigación en ecología forestal (en el Pico de Orizaba por espacio de 17 años y la Reserva de la Biosfera de Los Tuxtlas), agroecología, etnobotánica, sustentabilidad y aplicando la teoría de sistemas complejos. Ha publicado 17 artículos en diferentes revistas nacionales y extranjeras; así como tres capítulos de libros. Publicó 30 artículos en la sección "Lunes en la Ciencia" de *La Jornada*.

Áreas de interés: Agroecología, Ecología forestal (bosques y selvas), Etnobotánica (agricultura tradicional), Sustentabilidad, Sistemas complejos.

Bakhlaeva Egorova Oktiabrina

Institución: Colegio de Postgraduados Campus Montecillo (Colpos)

Contacto: Km. 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo. Texcoco, Estado de México.

Síntesis CV: Ingeniero hidrotécnico del Instituto Moscovita de mejoramiento agrícola de terrenos, Moscú, URSS, 1974. Master of Science en Hidrotecnia, Instituto Moscovita de Mejoramiento Agrícola de Terrenos, Moscú, URSS, 1975. Aprobado en todos los exámenes requeridos para obtener el grado de doctor en la misma institución, 1979.

Áreas de interés: Optimización de sistemas de riego, Manejo hídrico.

Barba Macías Everardo

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur)

Departamento: Manejo y Aprovechamiento de Recursos Acuáticos

Contacto: Carretera Villahermosa/Reforma Km. 15.5 Ranchería Guineo 2a. Sección. C.P. 86280. Villahermosa, Tabasco. ebarba@ecosur.mx

Síntesis CV: Doctor en Ciencias por la Universidad Nacional Autónoma de México. Jefe del departamento de Aprovechamiento y manejo de recursos acuáticos. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores SNI Nivel 1. y Miembro del Sistema Estatal de Investigadores. Registro en el Padrón Estatal de Investigadores del Consejo de Ciencia y Tecnología del estado de Tabasco. Participó en docencia con los cursos Ecología de humedales y Manejo integrado de cuencas en la maestría y Seminario de Doctorado sobre Dinámica trófica en sistemas acuáticos. Proyectos recientes: Ordenamiento pesquero del Cañón del Usumacinta, Evaluación de EM en granjas comerciales de camarón. 14 publicaciones arbitradas, tres capítulos de libro y 8 tesis dirigidas.

Áreas de interés: Ecología y manejo de humedales, Dinámica trófica y modelos ecotróficos, Interacciones planta-animal acuáticos.

Barois Boullard Isabelle

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Biología de Suelos

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec, núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
isabelle.barois@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Bióloga egresada de la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa (UAMI) y doctora en Ecología General de la Universidad París VI, Pierre et Marie Curie, Francia. Investiga las interacciones entre lombrices de tierra y microorganismos para la digestión de la materia orgánica, hace inventarios de macrofauna en diferentes usos de suelo y desarrolla el lombricompostaje. Ha publicado más de 40 artículos y capítulos. Ha participado en congresos y reuniones internacionales. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel I. Actualmente coordina para México el proyecto internacional Conservación y Manejo Sostenible de Biodiversidad en el Suelo ejecutado por TSBF-CIAT, implementado por PNUMA y financiado por GEF.

Áreas de interés: Taxonomía, Ecología y manejo de la fauna edáfica.

Bedia Sánchez Carlos

Institución: Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México (FES-Iztacala)

Departamento: Ecología

Contacto: Av. de los Barrios núm.1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México. cbedias@servidor.unam.mx

Síntesis CV: Biólogo por la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala. Técnico Académico Titular "B" Tiempo Completo de la Carrera de Biología de la FES-Iztacala en el área de Ecología. Colaboración en la publicación de 10 artículos en revistas nacionales e internacionales, autor de los libros *Manual de Ecología y Peces de los Sistemas Costeros del Estado de Veracruz*. Colaborador del proyecto de investigación Recursos Acuáticos y del proyecto Estudio Biológico y Ecológico de los Sistemas Litorales del Estado de Veracruz.

Áreas de interés: Ictiología, Ecología Marina.

Benítez Badillo Griselda

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Ecología Aplicada

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec, núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
griselda.benitez@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Bióloga de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, Maestría (M. Phil.) en la Universidad de York, Inglaterra. Botánica de formación, ha abarcado la florística, la sistemática, la ecología de la conservación y actualmente trabaja en proyectos de gestión ambiental de iniciativas reales de desarrollo. Una de las tareas principales es la de abordar estudios de análisis de problemas ambientales que permitan orientar proyectos de aprovechamiento de recursos naturales y conservación de la biodiversidad, que se han traducido en 45 estudios. Ha publicado 3 libros, varios capítulos de libros y artículos y ha participado en diversos congresos y simposia. Becaria del Conacyt.

Áreas de interés: Ecología de Comunidades, Evaluación y Planeación Ambiental.

Benítez Malvido Julieta

Institución: Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México (Cieco).

Departamento: Laboratorio de Ecología de la Fragmentación y Regeneración de Bosques en Áreas Naturales y Perturbadas

Contacto: Antigua Carretera a Pátzcuaro núm. 8701 Col. Ex-Hacienda de San José de La Huerta C.P. 58190 Morelia Michoacán.
jbenitez@oikos.unam.mx

Síntesis CV: Investigadora Titular de la Universidad Nacional Autónoma de México, dentro del Centro de Investigaciones en Ecosistemas. Durante los últimos años de su carrera se ha dedicado al estudio de las interacciones bióticas y el mantenimiento de la biodiversidad en bosques tropicales fragmentados de México y Brasil. Cuenta con más de 30 publicaciones, buena parte de ellas en revistas tan prestigiosas como *Conservation Biology* y *Biological Conservation*.

Áreas de interés: Regeneración de selvas en sistemas naturales y perturbados Ecología de la fragmentación Interacciones planta-animal y planta-patógeno en sistemas alterados.

Blanco Pérez Roberto

Institución: Facultad de Biología, Universidad Veracruzana.

Contacto: Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán, Zona Universitaria, Xalapa, Veracruz. | rblanco@uv.mx

Síntesis CV: Biólogo de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (1976), Especialidad en Ficología en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (1983-84), Maestría en Ciencias, Biología Vegetal (pasante) 1995-1997, Profesor Titular "C" de Tiempo Completo por más de 32 años en la Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana (Jubilado), director de la Escuela de Iniciación Universitaria 1981-1982, director de la Facultad de Biología UV 1991-1993. Ha escrito 2 capítulos del libro *Manual de Laboratorio del Curso de Algas*. Más de 30 tesis dirigidas en temas botánicos y 12 en Ficología. Más de 100 veces fungió como miembro de Comité Revisor de Tesis. Miembro del Comité Organizador en el III Congreso Latinoamericano de Ficología 1993. XII Reunión Nacional de la Sociedad Mexicana de Planctología 2002. Formó la Sección Ficología del Herbario XALU.

Áreas de interés: Ficología, Ecología, Sistemática.

Boege Schmidt Eckart

Institución: Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), Veracruz.

Contacto: Retorno los Olmos núm. 1, Col. Zoncuantla, Coatepec, Veracruz. eboege@prodigy.net.mx

Síntesis CV: En 1984 hizo su Doctorado en Etnología en la Universidad de Zürich, Suiza con la tesis "Nosotros los Ha shuta enima trabajamos en el monte. Los mazatecos ante la nación: opresión y resistencia", y ganó el Premio Nacional Bernardino Sahagún. En 1993 y 1994 realizó estudios para el Desarrollo Sustentable en el Programa LEAD-Colmex, Fellow primera generación. Fue Profesor Investigador Invitado y miembro fundador de la Sección de Ecología Humana en el CINVESTAV-Mérida de 1986 a 1988. Coordinador del CIESAS-Golfo y del programa de Maestría en Antropología Social de 1988-1991. Desde 1987 es miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

Áreas de interés: Desarrollo sustentable, Patrimonio Biocultural de los pueblos indígenas de México, Territorios de los pueblos indígenas, Agrobiodiversidad domesticada por los pueblos indígenas, Calentamiento climático.

Bonet Ceballos Arturo

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol).

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.

arturo.bonet@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Es Investigador Asociado "C" en el Departamento de Entomología en el Instituto de Ecología A. C., en Xalapa, Veracruz, México. Por varios años se ha dedicado al estudio de las interacciones biológicas (parasitoide-brúquido (hospedero)-planta hospedera) y al control biológico utilizando himenópteros parasitoides. Su interés está en la ecología y comportamiento de brúquidos y parasitoides asociados a leguminosas, malváceas y convolvuláceas; control biológico de los gorgojos común y mexicano del frijol por medio de himenópteros parasitoides. Ha promovido el uso de parasitoides para el control biológico de gorgojos en el almacenaje de frijol de familias campesinas.

Áreas de interés: Ecología y comportamiento de insectos control biológico por medio de himenópteros parasitoides, Interacciones biológicas.

Brailovsky Alperowitz Harry

Institución: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (IB-UNAM)

Departamento: Zoología

Contacto: 3er. Circuito exterior s/n, Ciudad Universitaria, Copilco. C.P. 04510. México, Distrito Federal. coreidae@servidor.unam.mx

Síntesis CV: Licenciado y Doctorado en Biología en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Autor de más de 300 trabajos referentes a la taxonomía de hemípteros del mundo. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel III.

Áreas de interés: Taxonomía, Hemiptera, Insectos.

Bueno Villegas Julián

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Programa de Doctorado en Ciencias (Sistemática)

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz. julian.bueno@posgrado.ecologia.edu.mx

Síntesis CV: Biólogo egresado de la Universidad Veracruzana. De 1992 a 1999 participó en diferentes proyectos sobre la diversidad y rol de la fauna edáfica en el Departamento de Biología de Suelos del Instituto de Ecología, A. C. Ha realizado estancias de entrenamiento en la taxonomía de miriápodos en el Museo de Historia Natural de Cuba, en el Museum of Natural History, Martinsville, Virginia y una estancia predoctoral en el Field Museum de Chicago. Autor y coautor de capítulos de libro, artículos arbitrados y notas científicas. Actualmente es tesista de doctorado en el Instituto de Ecología, A. C.

Áreas de interés: Sistemática, Biogeografía, Diversidad y ecología de diplópodos y quilópodos.

Burgos Solorio Armando

Institución: Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM)

Contacto: Avenida Universidad núm. 1001. Colonia Chamilpa. C.P. 62209. Cuernavaca, Morelos. burgos@cib.uaem.mx

Síntesis CV: Egresado de la Licenciatura de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UAEM; con estudios de maestría de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México y de doctorado realizado en el Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. Actualmente es investigador del Laboratorio de Parasitología Vegetal del Centro de Investigaciones Biológicas y catedrático de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Además, tiene a su cargo proyectos de investigación relacionados con aspectos taxonómicos y biológicos de las familias Platypodidae, Scolytidae y Chrysomelidae del país.

Áreas de interés: Taxonomía y Biología de Platypodidae y Scolytidae, Taxonomía de Chrysomelidae.

Bustillo García Lissette

Institución: Universidad del Zulia. Facultad de Ciencias Veterinarias

Departamento: Socioeconómico

Contacto: Av. Goajira, Ciudad Universitaria, Núcleo agropecuario. Maracaibo, Venezuela. lbustillo@yahoo.com

Síntesis CV: En 2008 obtuvo el Doctorado en el Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. Es Especialista en Gerencia Empresarial por la Facultad de Economía de la Universidad del Zulia, Venezuela. En esa misma universidad estudió la licenciatura de Médico Veterinario. Fue Directora de la Unidad Coordinadora de Proyectos Conjuntos (UCPC) (1999-2000). Directora de la División de Extensión de la Facultad de Ciencias Veterinarias (2000-2002). Del 2008 a la fecha es Profesor asociado en la Facultad de Ciencias Veterinarias. A partir de este año es miembro del comité académico del Programa de Gerencia de Agrosistemas y representante del Consejo Universitario ante el CONDES.

Áreas de interés: Desarrollo sustentable, Desarrollo rural sustentable, Modos de producción y consumo.

Campos Cascaredo Adolfo

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec, núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz. adolfo.campos@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Egresado de la Universidad de Chapingo. Realizó Maestría y Doctorado en Edafología en el Colegio de Postgraduados. Actualmente es investigador en el Instituto de Ecología, A. C. donde realiza estudios relacionados con la calidad de los suelos en microcuencas de la región volcánica del Cofre de Perote y en humedales de la zona costera de Veracruz. Ha publicado 15 artículos científicos y 20 presentaciones en congresos. Ha participado en proyectos de investigación apoyados por Conacyt.

Áreas de interés: Dinámica de propiedades físicas y químicas del suelo en ecosistemas naturales y perturbados.

Canseco Márquez Luis

Institución: Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Departamento: Biología Evolutiva

Contacto: Circuito exterior s/n, Ciudad Universitaria, Copilco. C.P. 04510. México, Distrito Federal. canseco@gmail.com

Síntesis CV: Biólogo egresado de la benemérita Universidad Autónoma de Puebla y Maestro en Ciencias por la Facultad de Ciencias, UNAM. Su línea de investigación es Sistemática y Biogeografía de anfibios y reptiles. Ha publicado alrededor de 50 artículos entre los que destacan las descripciones 10 nuevas especies para México. Actualmente es vicepresidente de la Sociedad Herpetológica Mexicana.

Áreas de interés: Herpetología, Sistemática, Biogeografía.

Carpenter James M.

Institución: American Museum of Natural History (AMNH), St. NY.

Departamento: Division of Invertebrate Zoology

Contacto: Central Park West at 79th Street, New York, NY 10024, U. S. A. carpente@amnh.org

Áreas de interés: Zoología de invertebrados, Sistemática.

Carranza González Eleazar

Institución: Instituto Nacional de Ecología, A.C. (Inecol) Centro Regional del Bajío

Departamento: Estudios Taxonómicos, Florísticos y de Vegetación

Contacto: Av. Lázaro Cárdenas núm. 253, Col. Centro. Pátzcuaro, Michoacán. eleazar.carranza@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Desde 1988 a la fecha trabaja en el Inecol, Centro Regional del Bajío, en el proyecto Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. En 1995 inició los estudios en la familia Convolvulaceae, sobre todo en el género *Ipomoea*. Ha publicado 28 fascículos de flora (dos complementarios de la *Flora del Bajío*), 10 artículos arbitrados, 1 libro, 2 capítulos de libro. Ha impartido cuatro conferencias y participado en 6 congresos. Ha dirigido una tesis de licenciatura y dos de maestría, una de las cuales está en proceso de elaboración. Ha impartido cursos en licenciatura (2), maestría (1) y diplomado (2). Participa en el arbitraje de las siguientes publicaciones: *Acta Botánica Mexicana*, *Biotam*, *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, *Polibotánica*, *Revista Mexicana de Biodiversidad*.

Áreas de interés: Florística, Taxonomía, Fitogeografía.

Castañeda Chávez María del Refugio

Institución: Instituto Tecnológico de Boca del Río (ITBOCA)

Contacto: Km. 12, Carretera Veracruz-Córdoba s/n. Col. Pescadores. Boca del Río, Veracruz. castaneditboca@yahoo.com.mx

Síntesis CV: Profesor investigador Titular C del Instituto Tecnológico de Boca del Río (ITBOCA). Doctorado en Ciencia y Tecnología Ambiental en el Centro de Investigaciones y Materiales Avanzados (CIMAV) en Chihuahua, Chihuahua, Maestría en Ingeniería Ambiental en la Universidad Veracruzana, Licenciado del Instituto Tecnológico del Mar 01 en Ingeniería en Pesquería en Procesos Alimentarios. Profesor titular de las asignaturas del posgrado Maestría en Ciencias en Acuicultura, Calidad de agua en la acuicultura, HACCP en la Acuicultura. Directora de 6 tesis de maestría, 15 tesis de licenciatura y 2 de doctorado. Miembro de la Asociación Veracruzana de Acuicultores A.C. (AVAC).

Áreas de interés: Medio ambiente, Acuicultura, Pesca, Inocuidad, Sanidad.

Castañeda López Ofelia

Institución: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa (UAM-I)

Departamento: Hidrobiología

Contacto: Av. San Rafael Atlixco núm. 183. Col. Vicentina. México, Distrito Federal. clo@xanum.uam.mx

Síntesis CV: Egresada de la Licenciatura en Hidrobiología de la UAM, Unidad Iztapalapa. Master en Educación Ambiental en el Instituto de Investigaciones Ecológicas de Málaga, España. Profesor-Investigador Titular C, T.C. del Departamento de Hidrobiología. Responsable del Centro de Documentación "Ecosistemas Litorales Mexicanos". 20 proyectos de investigación, 21 informes técnicos, 50 cursos a nivel licenciatura, 8 artículos científicos en revistas especializadas, 8 capítulos en libros científicos, 12 libros, 9 artículos de divulgación y 10 eventos especializados.

Áreas de interés: Hidrología, nutrientes y producción primaria, Uso y manejo de ecosistemas costeros, Educación Ambiental.

Castillo Argüero Silvia

Institución: Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Departamento: Ecología y Recursos Naturales

Contacto: Av. Universidad núm. 3000. Col. Copilco El Bajo. Del. Coyoacán, Distrito Federal, México. C.P. 04510 silcas@ciencias.unam.mx

Síntesis CV: Desde 1978 ha impartido cursos en licenciatura de manera ininterrumpida. Ha dirigido 16 tesis de licenciatura y 2 tesis de posgrado. Actualmente dirige 10 tesis de licenciatura y 4 de

posgrado. También ha tenido a su cargo 15 servicios sociales. Cuenta con 24 publicaciones científicas, 20 artículos de investigación arbitrados, 8 capítulos en libros, 5 publicaciones de difusión y 3 libros publicados. Ha tenido 79 participaciones en simposios y congresos nacionales y 21 en simposios y congresos internacionales. Ha colaborado en 18 proyectos de investigación. Participa en el arbitraje de artículos en revistas indexadas.

Áreas de interés: Dinámica de comunidades vegetales, Restauración ecológica, Procesos de banco y lluvia de semillas, Fenología, Estructura de la vegetación.

Castillo Campos Gonzalo

Institución: Instituto de Ecología A.C. (Inecol)

Departamento: Biodiversidad y Sistemática

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec, núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz. gonzalo.castillo@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Es Doctor en Ciencias, egresado de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa en 2003. Realizó sus estudios de Maestría en la Universidad Autónoma de México en 1994 y es investigador de tiempo completo en el Instituto de Ecología A.C., responsable de la edición de *Flora de Veracruz*. Es autor de 60 publicaciones que incluyen artículos en revistas arbitradas, libros, capítulos de libros y fascículos en *Flora de Veracruz*. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel I.

Áreas de interés: Florística y Sistemática, Ecología, Biodiversidad y Ordenamiento ecológico.

Castillo Rivera Manuel Arnoldo

Institución: Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa (UAM-I)

Departamento: Biología

Contacto: Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina C.P. 09340. México, D.F. crma@xanum.uam.mx

Síntesis CV: Licenciatura en Biología, UAM-Iztapalapa. Maestría en Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM. Doctorado en Ciencias Biológicas, UAM. Profesor en la Licenciatura en Biología, Maestría en Biología y Doctorado en Ciencias Biológicas, UAM-Iztapalapa. Profesor en la Licenciatura en Biología de la FES-Zaragoza, UNAM. Servicio sociales dirigidos: 16. Tesis de licenciatura dirigidas: 6. Tesis de maestría: 5. Ha participado en 22 proyectos científicos y cuenta con 22 publicaciones científicas. Ha participado en 93 congresos nacionales e internacionales. Ha impartido 6 conferencias y tiene 8 publicaciones de divulgación.

Áreas de interés: Zoogeografía y ecología de comunidades de peces costeros, Biología trófica de peces, Biología reproductiva de peces, Análisis Bioestadístico, Ecología Costera.

Cervantes Peredo Luis Manuel

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Entomología

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec, núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz. luis.cervantes@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Licenciado en Biología en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, Maestro en Ciencias (Biología Animal). Doctor en Filosofía (Entomología) en el Imperial College, University of London, PostDoctorado en el Natural History Museum en Londres. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I.

Áreas de interés: Taxonomía, Ecología, Insectos, Hemiptera.

Chacón Zapata Santiago

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Biodiversidad y Sistemática

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
santiago.chacon@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Doctor en Ciencias (Biología) por la Facultad de Ciencias de la UNAM (2003). Ha publicado 1 libro y 45 artículos científicos en revistas nacionales y de impacto internacional. Ha participado en 17 conferencias por invitación. Ha presentado 35 trabajos en congresos como ponente. Como docente ha participado en 14 cursos (enseñanza media, licenciatura, posgrado y público en general). Ha dirigido 9 tesis de licenciatura y 2 de maestría. Ha dirigido dos proyectos de investigación y colaborado en 9 por invitación. Cuenta con más de 150 citas de sus trabajos. Actualmente es Investigador Asociado C, del Instituto de Ecología A.C. (1989 a la fecha).

Áreas de interés: Estudios taxonómicos sobre los hongos (ascomicetos, macroscópicos y microscópicos) de México, con especial atención en aquellos que crecen en el estado de Veracruz.

Cházaro Olvera Sergio

Institución: Facultad de Estudios Superiores Iztacala (FES-Iztacala), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Departamento: Laboratorio de Ecología de Crustáceos

Contacto: Av. de los Barrios núm. 1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México. chazaro@campus.iztacala.unam.mx

Síntesis CV: Licenciatura en Biología en la ahora FES-Iztacala UNAM. Maestría en Biología de Sistemas y Recursos Acuáticos en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, Doctorado en Biología en la misma institución. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel I.

Contreras Espinosa Francisco

Institución: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa (UAM-I)

Departamento: Hidrobiología

Contacto: Av. San Rafael Atlixco núm. 186, Col. Vicentina. México, Distrito Federal. fce@xanum.uam.mx

Síntesis CV: Investigador del Centro de Ecodesarrollo y Miembro del Sistema Nacional de Investigadores; 47 artículos científicos en revistas especializadas; 9 libros científicos (*Lagunas Costeras Mexicanas*, tercera edición); 14 artículos de divulgación; 34 trabajos presentados en reuniones especializadas y 28 conferencias magistrales por invitación; 23 eventos especializados por invitación; 20 proyectos de investigación (coordinación); 113 cursos a nivel licenciatura y 9 cursos como profesor invitado en otras instituciones (nacional e internacional); 11 diplomados; dirección de 34 trabajos.

Áreas de interés: Producción primaria en ecosistemas costeros, Uso y manejo de zona costera, Centro de Documentación sobre Ecosistemas Litorales Mexicanos.

Cortina Julio Blanca Elizabeth

Institución: Instituto de Investigaciones Biológicas-Universidad Veracruzana

Contacto: Av. Luis Castelazo Ayala s/n. Col. Industrial Ánimas. C.P. 91190. Xalapa, Veracruz. bcortina@uv.mx

Síntesis CV: Estudió la licenciatura en la Facultad de Biología, región Xalapa, de la Universidad Veracruzana. Seminario de Mamíferos Marinos en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Experiencia laboral en la Academia de Investigación Científica Innovación y Comunicación S. A. de C.V. Coordinadora del Área Humedales de Alvarado en Pronatura, Veracruz. Ha presentado diversas conferencias y talleres sobre Mamíferos Mari-

nos y Educación Ambiental en el país. Vocal de Educación y Difusión en el Subcomité Técnico Consultivo para la Recuperación, Manejo y Conservación del Manatí en México. Miembro de la Sociedad Mexicana de Mastozoología Marina.

Áreas de interés: Educación Ambiental, Desarrollo Sustentable, Conservación de recursos naturales y áreas naturales, Desarrollo Comunitario, Biodiversidad.

Cram Heydrich Silke

Institución: Instituto de Geografía de la UNAM

Departamento: Geografía física

Contacto: Circuito exterior s/n. Ciudad Universitaria. C.P. 04510. México, D.F. silkecram@igg.unam.mx

Síntesis CV: Realizó sus estudios de doctorado en la Universidad Hohenheim en Stuttgart, Alemania. Es investigadora y profesora de licenciatura y posgrado. Su línea de investigación es sobre procesos de degradación en suelos y sedimentos, incluyendo la contaminación con metales y compuestos orgánicos. Ha publicado 13 artículos en revistas indexadas, 12 capítulos en libros y 36 trabajos en congresos. Ha participado en 20 proyectos de investigación y dirigido 1 tesis de doctorado y 5 de maestría. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores, nivel 1.

Áreas de interés: Contaminación de suelos y sedimentos.

Cruz Angón Andrea

Institución: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio)

Departamento: Dirección de Enlace y Asuntos Internacionales

Contacto: Av. Liga Periférico-Insurgentes Sur núm. 4903. Col. Parques del Pedregal. C.P. 14010. México, D.F. acruz@conabio.gob.mx

Síntesis CV: Bióloga de la Universidad Michoacana. Obtuvo el grado de Doctor en Ciencias en Ecología y Manejo de Recursos Naturales por parte del Instituto de Ecología, A. C. Trabajó como asistente y coordinador de proyectos de investigación del Centro de Aves Migratorias del Smithsonian Institution (SI) en Chiapas, Xalapa y Guatemala. Participó como evaluadora ambiental de programas de certificación de buen manejo forestal en comunidades y ejidos forestales de México. Trabajó en la Gerencia de Protección Ambiental de la Dirección Corporativa de Operaciones de Pemex. Actualmente se desempeña como Coordinadora de Enlace y Estrategias de Biodiversidad de la Conabio. Ha publicado cerca de una decena de artículos en revistas científicas internacionales arbitradas y algunos de divulgación. Fue Coordinadora y Editora General de *Biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado*.

Áreas de interés: Ecología, manejo y conservación de la biodiversidad, Certificación de manejo forestal sustentable, Planeación para la gestión de la biodiversidad.

Dávila Aranda Patricia

Institución: Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM-FES Iztacala).

Departamento: Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos (UBIPRO).

Contacto: Av. de los Barrios núm. 1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México. C.P. 54090. pdavilaa@servidor.unam.mx

Síntesis CV: Obtuvo su doctorado en Iowa State University. Sus líneas de investigación son la sistemática vegetal, la biogeografía y la conservación. Es Investigador Titular "C" de la FES-Iztacala, UNAM. Ha dirigido 30 tesis (4 de licenciatura, 16 de maestría y 10 de doctorado). Ha publicado 63 artículos arbitrados (24 nacionales y 39 internacionales), 23 capítulos de libro, 12 libros y 9 artículos de divulgación. Pertenece al SNI en el nivel II. Ha sido distinguida con el primer lugar del premio en

botánica “Efraín Hernández Xolocotzi”, del Colegio de Postgraduados; la presea “Luz María Villarreal de Puga”, por la Universidad de Guadalajara y el reconocimiento “Juana Ramírez de Asbaje”, por la UNAM.

Áreas de interés: Sistemática, Fitogeografía, Conservación.

De los Santos Bailón Martín

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Biología de Suelos

Contacto: Km. 2.5 carretera antigua a Coatepec, núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
martin.santos@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Egresado de la Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana. Actualmente es técnico del proyecto “Conservation and Sustainable Management of Below-Ground Biodiversity” (CSM-BGBD). Ha participado en talleres, congresos, cursos de lombricompostaje, muestreos de macrofauna, mesofauna, vegetación y monitoreo de parcelas experimentales en la Reserva de la Biosfera de Los Tuxtlas, Veracruz.

Áreas de interés: Lombricompostaje.

Delfín Alfonso Christian Alejandro

Institución: Instituto de Ecología, A. C. (Inecol)

Departamento: Red de Medio Ambiente y Sustentabilidad

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec, núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
christian.alejandro@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Egresado de la Universidad Veracruzana de la carrera de Biología (1991-1995), Maestría en Ciencias en Manejo de Fauna Silvestre en el Instituto de Ecología, A. C. (Inecol), becario de Conacyt (1998-2000). Colaborador en diversos proyectos de impacto ambiental del sector eléctrico y de comunicaciones. Actualmente labora en el Inecol en el Departamento de Ecología Aplicada y estudia el Doctorado en Recursos Bióticos en la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Áreas de interés: Análisis de sistemas, Simulaciones de impactos y servicios ambientales, Manejo de fauna silvestre para conservación y aprovechamiento, Ecología de comunidades, particularmente vertebrados terrestres

Delgadillo Moya Claudio

Institución: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (IB-UNAM).

Departamento: Herbario Nacional

Contacto: 3er circuito exterior s/n, Ciudad Universitaria, Copilco, Coyoacán. C.P. 04510. México, Distrito
moya@ibiologia.unam.mx

Síntesis CV: Investigador en el Instituto de Biología, con interés especial en la distribución de musgos mexicanos y neotropicales. Profesor y director de tesis profesionales y de grado. Autor de más de 100 artículos científicos, 23 de divulgación y 5 libros; editor o asesor editorial de revistas científicas, miembro de sociedades profesionales, curador de la Colección de Briofitas del Herbario Nacional y miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Nivel III. Actualmente se desempeña como jefe del Departamento de Botánica del Instituto de Biología, UNAM.

Áreas de interés: Sistemática, Biogeografía, Briología.

Delgado Castillo Luis Leonardo

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Entomología

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec, núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
leonardo.delgado@inecol.edu.mx

Síntesis CV: En 1990 obtuvo el “Premio Nacional de la Sociedad Mexicana de Entomología” en la categoría de licenciatura. Es Investigador Nacional nivel 1. Ha publicado 52 trabajos de investigación en revistas arbitradas, nacionales y extranjeras, en 42 de ellos como primer o único autor. Ha participado en cinco proyectos financiados por Conacyt y Conabio. Ha identificado material entomológico de varias colecciones y museos de México, Brasil, Estados Unidos y España. Ha participado en varios cursos sobre Taxonomía de Coleópteros y Colecciones Entomológicas, y dirigido tesis.

Áreas de interés: Taxonomía y Biogeografía de Coleópteros Scarabaeoidea de México, Ecología de Coleópteros degradadores de materia vegetal y animal, Taxonomía y Ecología de Coleópteros habitantes de los Hongos.

Deloya López Aristeo Cuauhtémoc

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Entomología

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec, núm. 351. C.P. 91070. Congregación El Haya. Xalapa, Veracruz.
cuauhtemoc.deloya@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Doctor en Ciencias Agropecuarias (FMVZ-Universidad Autónoma de Yucatán). Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I. Participación en 11 proyectos de investigación (Conacyt, CYTED, Conabio, Semarnat). Estancias de investigación en el Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, España; INBIO, Costa Rica; The Florida State Collections of Arthropods, USA. Ha publicado más de 60 artículos arbitrados en revistas nacionales e internacionales, 10 capítulos de libros, 1 libro, 2 libros como editor y 5 artículos de divulgación. Vocal de la Junta Directiva, CONACOFI 1995-1997; Presidente de la Sociedad Mexicana de Entomología 1995-1997.

Áreas de interés: Coleoptera, Scarabaeoidea, Fitófagos, Saprófagos, Gremios tróficos.

Díaz Juárez Itzel

Institución: Colegio de Postgraduados Campus Veracruz (Colpos)

Contacto: Km. 88.5 Carretera Federal Xalapa-Veracruz s/n. Tepetates, Manlio Fabio Altamirano, Veracruz. itzeld@colpos.mx

Síntesis CV: Egresada de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Veracruzana. Estuvo laborando durante dos años en el vivero experimental de La Cruz en la propagación de plantas endémicas. Actualmente se encuentra realizando estudios de Doctorado en Agroecosistemas Tropicales en el Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, donde desarrolla la investigación: “Estudio de mercado del turismo alternativo en el municipio de Paso de Ovejas, Ver”. Principales publicaciones: elaboró un artículo que lleva por nombre “Potencial para turismo alternativo en el municipio de Paso de Ovejas, Veracruz” el cual fue publicado en la revista *Tropical and Subtropical Agroecosystems*.

Áreas de interés: Turismo alternativo, Desarrollo rural sustentable, Agroecosistemas tropicales.

Díaz Pardo Edmundo

Institución: Universidad Autónoma de Querétaro

Departamento: Facultad de Ciencias Naturales

Contacto: Av. de las Ciencias s/n, Juriquilla, Del. Santa Rosa Jáuregui, Querétaro, Querétaro. C.P.76230. ediazp@uaq.mx

Síntesis CV: Trabajó en el Instituto Politécnico Nacional y actualmente en la Universidad Autónoma de Querétaro. Su línea de investigación incide sobre la conservación de peces y hábitats acuáticos, con experiencias en trabajos taxonómicos, bioecológicos y arqueozoológicos. Ha sido profesor visitante en varias insti-

tuciones de México, Centroamérica, Estados Unidos y España. Ha dirigido 26 proyectos de investigación, apoyados por Conacyt, Conabio, INAH y UC-Mexus. Es autor de 80 artículos científicos y capítulos de libros. Ha dirigido 40 tesis de licenciatura y 20 de maestría y doctorado.

Áreas de interés: Conservación de peces, Hábitats acuáticos.

Díaz Rojas Alfonso

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Biodiversidad y Ecología Animal

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec, núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
alfonso.diaz@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Maestría por la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Doctorado por la Universidad de Alicante, España con mención "cum laude". Colaborador del Instituto de Ecología (Inecol) desde 1989. Profesor invitado en cursos de posgrado del Instituto de Ecología: Ecología de campo 1999, Entomología 2004, Biología de la Conservación 2005 (a la fecha) y del Tropical Ecology & Conservation 2005 de la Universidad de Standfort, EEUU. Sus investigaciones se han enfocado en el análisis de la distribución espacial y de la biodiversidad de los escarabajos (Scarabaeidae) de selvas tropicales fragmentadas.

Áreas de interés: Ecología de poblaciones y comunidades, Distribución espacial, Ecología y comportamiento, Corredores biológicos, Biodiversidad.

Díaz Ruiz Dora Silvia

Institución: Universidad Autonoma Metropolitana-Iztapalapa (UAM-I)

Departamento: Hidrobiología

Contacto: Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina C.P. 09340. México, D.F. sdr@xanum.uam.mx

Síntesis CV: 20 trabajos publicados en revistas arbitradas e indexadas. Presentación de 70 trabajos en eventos especializados nacionales e internacionales. Autor de 35 informes técnico-académicos de proyectos nacionales e internacionales. Dirección de 15 tesis de licenciatura en hidrobiología y biología/UAM y 5 de maestría en biología y ecología de peces de arrecifes coralinos. Profesor titular de la Licenciatura en Hidrobiología, CBS/UAM-I. Arbitraje de proyectos y artículos científicos para revistas especializadas.

Áreas de interés: Ecología y evaluación de peces de la zona costera, Ecología y evaluación de recursos pesqueros de arrecifes, Taxonomía, Biología y ecología de peces, Ecología de sistemas costeros: lagunas costeras y arrecifes.

Durán Espinosa Carlos Manuel

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Herbario XAL

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec, núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
carlos.duran@inecol.edu.mx

Síntesis CV: 1997. Sabiaceae. *Flora de Veracruz*. Fascículo 96. 15 p.; 1998. Dichapetalaceae. Fasc. 101. 10 p.; 1998. Phyllonomaceae. Fasc. 122. 15 p.; 1999. Hydrangeaceae. Fasc. 109. 22 p.; 2000. Saxifragaceae. Fasc. 115. 8 p.; 2001. Grossulariaceae. Fasc. 122. 15 p.; 2003. Gelsemiaceae. Fasc. 133. 7 p.; 2006. Scrophulariaceae. Fasc. 139. 47 p.; 2006. Tetrachondraceae. Fasc. 140. 7 p.; Durán-Espinosa, C.M. & G. Castillo-Campos. 2008. Loganiaceae. Fasc. 145. 43 p.

Áreas de interés: Florística, Taxonomía.

Ellis Edward Alan

Institución: Centro de Investigaciones Tropicales (CITRO), Universidad Veracruzana

Contacto: Ex-Hacienda Lucas Martín, Priv. Araucarias C.P. 91110. Xalapa, Veracruz. ellis_eddie@yahoo.com

Síntesis CV: Obtuvo su Doctorado de la Universidad de Florida en 2001. Su trabajo se ha enfocado en la aplicación de SIG y percepción remota para el manejo y toma de decisiones sobre los recursos naturales. En México, ha realizado y publicado estudios sobre los procesos y dinámicas de la cobertura de vegetación y uso de suelo en los estados de Quintana Roo, Campeche y Veracruz. Actualmente funge como investigador de tiempo completo para el Centro de Investigaciones Tropicales de la Universidad Veracruzana.

Áreas de interés: Conservación de biodiversidad, Manejo forestal y agroforestal, Sistemas de Información Geográfica, Percepción remota, Cambio de uso de suelo.

Enríquez Fernández Estela

Institución: Universidad Veracruzana

Contacto: Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán, Zona Universitaria, Xalapa, Veracruz. eenriquez@uv.mx

Síntesis CV: Egresada de la Licenciatura en Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México. Realizó estudios de Maestría y Doctorado en Geografía Física en la Universidad Louis Pasteur Strasbourg I, Francia. Actualmente es Docente de Asignatura en la Universidad Veracruzana, en las facultades de Economía y Geografía, Instrumentación Electrónica y Ciencias Atmosféricas y Química Clínica. Además de impartir cátedra, ha participado en investigaciones sobre procesos gravitacionales en zonas montañosas templadas y tropicales, publicado 2 artículos en revistas internacionales y participado en 3 simposios internacionales.

Áreas de interés: Procesos gravitacionales en zonas montañosas.

Equihua Martínez Armando

Institución: Colegio de Postgraduados

Contacto: Km. 36.5 Carretera México Texcoco, Montecillo, Estado de México. C.P. 56230. equihuaa@colpos.mx

Síntesis CV: Egresado de la Licenciatura de la Facultad de Agrobiología Presidente Juárez, dependiente de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Maestría en el Colegio de Postgraduados y doctorado en Oregon State University, EEUU. Trabaja en el laboratorio de Entomología Forestal.

Áreas de interés: Taxonomía de Scolytidae y Platypodidae, Insectos de importancia forestal, Insectos de importancia, Cuarentenaria, Fitosanidad del arbolado urbano.

Equihua Zamora Miguel Eduardo

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Ecología Aplicada

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec, núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
miguel.equihua@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Biólogo egresado de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Estudió la Especialidad en Estadística Aplicada en el IIMAS de la UNAM (1984). Obtuvo la Maestría en Computación Aplicada a Biología (M.Sc., 1989) que otorga la Universidad de York, Inglaterra y se graduó como Doctor en Ecología también en la Universidad de York, Inglaterra (D.Phil., 1992). Es Investigador Nacional, Nivel II (SNI). En 1980 inició sus actividades en el Instituto de Ecología, en donde actualmente es investigador y director general. Ha publicado libros, varios capítulos de libros, artículos arbitrados en revistas internacionales y artículos de divulgación científica.

Áreas de interés: Dinámica de los procesos de disturbio humano en los ecosistemas, Modelación numérica y simulación de procesos ecológicos, Desarrollo sustentable, Cambio climático global.

Escamilla Prado Esteban

Institución: Universidad Autónoma Chapingo (CRUO-CENIDERCAFÉ) Campus Veracruz

Síntesis CV: Ingeniero Agrónomo Fitotecnista egresado de la Escuela Superior de Agricultura "Hermanos Escobar" de Ciudad Juárez, Chihuahua. Realizó estudios de maestría en agroecosistemas tropicales en el Colegio de Postgraduados Campus Veracruz y actualmente es candidato a doctor. Ha impartido 19 cursos a nivel licenciatura e instructor en 15 diplomados, ha participado en 21 proyectos de investigación y ha presentado más de cien ponencias en 75 eventos. Director de 26 tesis profesionales y asesor en tres de Maestría. De 1991 a 2006 ha publicado más de 130 trabajos. Ha participado en más de 70 actividades de capacitación a instituciones, organizaciones y empresas.

Áreas de interés: Cafecultura, Recursos fitogenéticos.

Espejo Serna Mario Adolfo

Institución: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa (UAM-I).

Departamento: Departamento de Biología

Contacto: Av. San Rafael Atlixco núm. 186. Col. Vicentina. México, Distrito Federal. aes@xanum.uam.mx

Síntesis CV: Doctorado en Ciencias Biológicas (UAM-I), Profesor-Investigador Titular "C" de tiempo completo del Departamento de Biología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Especialista en Taxonomía y Florística de monocotiledóneas mexicanas, particularmente en las familias Bromeliaceae, Commelinaceae e Iridaceae. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores nivel I.

Áreas de interés: Botánica, Sistemática, Biogeografía, Monocotiledóneas mexicanas, Bromeliaceae.

Estrada Venegas Edith Guadalupe

Institución: Colegio de Postgraduados

Departamento: Instituto de Fitosanidad

Contacto: Km. 36.5 Carretera México Texcoco, Montecillo, Estado de México. C.P. 56230. estradae@colpos.mx

Síntesis CV: Egresada de la Licenciatura de la FES Iztacala, UNAM, Maestría en Oregon State University, EEUU y Doctorado en el Colegio de Postgraduados. Trabaja en el laboratorio de Entomología Forestal.

Áreas de interés: Acarología agrícola y forestal, Ácaros de importancia agrícola y forestal, Ácaros de suelo y plantas, Fitosanidad del arbolado urbano.

Fajersson Pernilla

Institución: Colegio de Postgraduados Campus Veracruz (Colpos)

Contacto: Km 26.5 Carretera Federal Veracruz-Xalapa, Manlio Fabio Altamirano, Veracruz. pernillafajersson@hotmail.com

Síntesis CV: PhD y MC en Zootecnia de la Universidad Estatal de Michigan, EUA 1988 y de la Universidad Sueca de Agricultura (SLU), Sweden 1984. Profesor Investigador en el Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz 2000. Miembro del comité encargado de crear la Maestría Tecnológica en Desarrollo Rural Sustentable y la línea de investigación en agroecosistemas sustentables. Líder del proyecto Desarrollo de la cadena agroalimentaria de carne bovina orgánica en el trópico mexicano. Profesor Titular en la FMVZ de la Universidad Veracruzana. Coordinador del proyecto de bovinos de la Universidad de Texas A&M y México. Asistente especial del director general del Centro Internacional de Ganadería en Etiopía.

Áreas de interés: Agroecosistemas sustentables, Ganadería sustentable, bienestar animal y ética, La cadena agroalimentaria de carne

bovina orgánica, Desarrollo rural, bovinos productores de carne, reproducción y nutrición de bovinos.

Favila Castillo Mario Enrique

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Biodiversidad y Ecología Animal

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec, núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz. mario.favila@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Es miembro fundador del posgrado en Ecología y Manejo de Recursos Naturales del Instituto de Ecología A.C., y profesor invitado de la Universidad de Alicante, España desde 2003 a la fecha. Ha dado cursos a nivel de licenciatura y posgrado en varias universidades del país. Sus temas de investigación abarcan la biodiversidad, la ecología química, el comportamiento animal y los procesos de especiación en insectos.

Áreas de interés: Biodiversidad, Comportamiento animal, Ecología química, Biología reproductiva, Ecología de comunidades.

Fernando Camacho Rico

Institución: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

Departamento: Coordinación de Enlace y Estrategias de Biodiversidad

Contacto: Av. Liga Periférico - Insurgentes Sur, Núm. 4903, Col. Parques del Pedregal, Delegación Tlalpán, 14010, México, D.F., teléfono: (55) 5004.5026. fcamacho@conabio.gob.mx

Síntesis CV: Biólogo por la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional (2004), estudió una maestría con orientación en la restauración ecológica en la misma institución (2008), colaboró como ayudante de campo en varios proyectos de investigación desde 2002 hasta 2006, prestó sus servicios en una consultoría ambiental enfocada a la elaboración de manifestaciones de impacto ambiental (2007 y 2008). Desde 2009 colabora en Conabio en la edición y publicación de Estudios y Estrategia Estales de Biodiversidad. Cuenta con una publicación arbitrada y ha impartido 8 cursos de nivel licenciatura en la Universidad Nacional.

Áreas de interés: Ecología Vegetal, Restauración Ecológica, Implementación de Estrategias de Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad.

Flores Palacios Alejandro

Institución: Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación (CIByC), Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Departamento: Ecología y Conservación

Contacto: Avenida Universidad núm. 1001. Colonia Chamilpa, 62209, Cuernavaca, Morelos. alejandro.florez@uaem.mx

Síntesis CV: Estudios de licenciatura en la Facultad de Biología-Xalapa de la Universidad Veracruzana y Doctorado en el Instituto de Ecología A. C. Actualmente miembro del SNI y profesor investigador de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Imparte clases de Ecología de Comunidades y Biología de Plantas Epífitas. Desarrolla investigación básica y aplicada sobre la ecología y conservación de plantas epífitas vasculares.

Áreas de interés: Ecología y conservación de epífitas, Ecología de comunidades, Manejo de recursos, Interacciones entre plantas.

Flores Peredo Rafael

Institución: Coordinación General de Medio Ambiente (CGMA)

Contacto: Francisco y Madero Esquina Juárez s/n. Col. Centro. Xalapa, Veracruz. peredofr@gmail.com

Síntesis CV: Pasante de Doctorado por el Instituto de Neuroetología, Maestro en Ciencias en Ecología Forestal por el Instituto de Genética Forestal, Postgraduado en Ganadería de Pastizales por la Facultad

de Ciencias Agrícolas y Biólogo de profesión por la Facultad de Biología, Campus Xalapa, Universidad Veracruzana. Con 10 años de experiencia en el manejo y conservación de fauna silvestre, 4 como docente. Mastozoólogo. Ha impartido más de 10 cursos de índole biológica y participado en 4 congresos internacionales y 7 nacionales. Con una publicación nacional y 3 a someterse en revistas internacionales. Miembro fundador del subcomité técnico para la protección y conservación de los iguánidos de México.

Áreas de interés: Ecología y comportamiento de pequeños mamíferos. Interacciones planta-animal en ecosistemas templados. Ecología, Manejo y Conservación de Fauna Silvestre. Planificación y Manejo de Áreas Silvestres. Ecología de poblaciones y comunidades animales.

Flores Villela Óscar Alberto

Institución: Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, MZFC-UNAM.
Contacto: Circuito exterior, Ciudad Universitaria, Col. Copilco El Bajo. sapov@gmail.com

Síntesis CV: Profesor de tiempo completo en la Facultad de Ciencias, le interesan la diversidad, biogeografía y la sistemática de diversos géneros. Ha escrito numerosos artículos, capítulos de libros y libros sobre estos temas Actualmente se encuentra en su año sabático en la Universidad de Texas en Arlington.

Áreas de interés: Sistemática, Biogeografía, Conservación, Anfibios y reptiles.

Fragoso González Carlos Enrique

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Biología de Suelos

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec, núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
carlos.fragoso@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Biólogo de la Universidad Nacional Autónoma de México y Doctor por la Universidad París VI. Ha publicado 75 trabajos (44 artículos, 4 notas científicas y 27 capítulos de libros), dos libros y un número especial en revista especializada. Ha formado a 20 estudiantes, 6 de doctorado, 4 de maestría y 10 de licenciatura. Profesor de la UNAM, de la Universidad Iberoamericana y del Instituto de Ecología A.C. Ha impartido 3 cursos internacionales de taxonomía de lombrices de tierra. Ha descrito 3 géneros y 14 especies de lombrices. Desde hace más de 20 años se dedica a estudiar las lombrices de tierra, tanto desde un punto de vista ecológico y taxonómico como para ser utilizadas en los campos de cultivo.

Áreas de interés: Taxonomía, Ecología y manejo de lombrices de tierra, Macrofauna de suelos, Especiación.

Francisco Nicolás Néstor

Institución: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Cotaxtla.

Departamento: Edafología

Contacto: Km. 34 Carretera Federal Veracruz-Córdoba, Medellín de Bravo, Veracruz. francisco.nestor@inifap.gob.mx

Franco López Jonathan

Institución: Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México (FES-Iztacala)

Departamento: Ecología

Contacto: Av. de los Barrios núm.1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México. jfranco@servidor.unam.mx

Síntesis CV: Biólogo por la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala y Maestro en Ciencias Biológicas por la Facultad de Ciencias UNAM. Profesor Titular "C" de tiempo completo de la Carrera de Biología de la FES-Iztacala en el área de Ecología. Director de tesis de más de 100 estudiantes, autor de 30 artí-

culos en revistas nacionales e internacionales, autor de los libros *Manual de Ecología*, *Peces de los Sistemas Costeros del Estado de Veracruz*, e *Impacto Ambiental* (en prensa). Responsable del proyecto de investigación Recursos Acuáticos y Estudio Biológico y Ecológico de los Sistemas Litorales del Estado de Veracruz.

Áreas de interés: Ecología estuarina, Ictiología, Ecología trófica.

Franco Navarro Francisco

Institución: Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

Departamento: Programa de Fitopatología

Contacto: Km. 35.5 Carretera México-Texcoco. C.P. 56230. Montecillo, Estado de México. ffranco@colpos.mx

Síntesis CV: Es Biólogo egresado de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México y Maestro en Ciencias con Especialidad en Fitopatología por el Instituto de Fitosanidad del Colegio de Postgraduados. Actualmente es Investigador Adjunto del Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. Ha participado en decenas de cursos de posgrado, talleres y cursos de capacitación, impartiendo pláticas sobre nemátodos fitopatógenos de importancia agrícola y forestal; de igual forma, ha impartido numerosas conferencias sobre nemátodos en diferentes universidades y centros de investigación. Ha sido coordinador para México de proyectos internacionales sobre Control Microbiológico de Nemátodos Fitopatógenos y Ecología de Nemátodos.

Áreas de interés: Taxonomía y ecología de nemátodos edáficos, Control biológico, Manejo integrado de nemátodos fitopatógenos.

Gaitán Hernández Rigoberto

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Unidad de Micología

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
rigoberto.gaitan@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Doctor en Ciencias por la Universidad Nacional Autónoma de México. Co-Secretario de la Asociación Latinoamericana de Micología de 1998 a 2002. De 2003 a la fecha, editor asociado de la *Revista Mexicana de Micología*. Ha realizado estancias de investigación en el INRA, Francia y UNACHI, Panamá. Ha publicado más de 20 artículos científicos en revistas con arbitraje, 10 capítulos de libro y 1 libro. Es miembro del Sistema Estatal de Investigación Científica y Tecnológica del Estado de Veracruz e Investigador Nacional SNI I. Desde marzo de 1995 es investigador de tiempo completo de la Unidad de Micología del Instituto de Ecología, A.C. y actualmente es el responsable de la Planta Experimental de Cultivo de hongos comestibles.

Áreas de interés: Cultivo de hongos comestibles, Manejo, uso y reuso de residuos agrícolas, Adaptación fisiológica en hongos, Generación de procesos biotecnológicos, Vinculación y transferencia tecnológica.

Galante Eduardo

Institución: Centro Iberoamericano de la Biodiversidad Universidad (Cibio), Universidad de Alicante.

Contacto: Carretera de San Vicente del Raspeig s/n, Ciudad de Alicante, España. galante@ua.es

Síntesis CV: Doctor por la Universidad de Salamanca (España). Catedrático de Zoología y Director del Cibio (Centro Iberoamericano de la Biodiversidad) de la Universidad de Alicante. Doctor Honoris Causa de la Universidad Nacional de Piura (Perú). Premio Castilla y León (España) 2003 de Protección del Medio Ambiente. Premio Augusto González de Linares de Medio Ambiente (España) 2007. Presidente de la Asociación

Española de Entomología, ExPresidente (2001-2008) del Comité Español de UICN (Unión Mundial de la Naturaleza). Vocal del Programa Cyted (Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo). Autor de más de 120 publicaciones, ha dirigido numerosas tesis doctorales y de licenciatura.

Áreas de interés: Biodiversidad y conservación, Entomología, Biogeografía, Ecología del paisaje.

Galindo González Jorge

Institución: Universidad Veracruzana-Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada (Inbioteca)

Contacto: Av. de las Culturas Veracruzananas núm. 101, Col. Emiliano Zapata. C.P. 91090. Xalapa, Veracruz. jgalindo@uv.mx

Síntesis CV: Investigador Titular C, Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada (Inbioteca) Universidad Veracruzana. Doctor en Ciencias Ecología y Manejo de Recursos Naturales (Instituto de Ecología, A.C., Xalapa). Biólogo de la Universidad Autónoma Metropolitana. Autor de 30 artículos científicos en revistas indexadas internacionales, nacionales y de divulgación, capítulos de libros; un libro, es traductor de otro, y coeditor de uno más. Estudia los efectos de la fragmentación del paisaje sobre comunidades animales; busca entender los efectos sobre los procesos ecológicos y las interacciones entre especies. Miembro de Society for Conservation Biology y Sociedad Científica Mexicana de Ecología.

Áreas de interés: Interacciones ecológicas interespecíficas, Ecología de ambientes fragmentados, Conservación de la biodiversidad, Ecología de comunidades, Murciélagos, mamíferos, aves, reptiles e insectos.

Gallardo del Ángel Julio César

Institución: Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana.

Contacto: Av. Luis Castelazo Ayala s/n. Col. Industrial Ánimas C.P.91190. Xalapa, Veracruz. juliogallardo1@yahoo.com

Síntesis CV: Graduado en Biología por la Universidad Veracruzana en el 2000, desde 1994 ha participado en varios proyectos de monitoreo e investigación con aves en México y Estados Unidos, colaborando con instituciones como Pronatura Veracruz, el Instituto de Ecología A.C., Hawk Mountain Sanctuary, The Peregrine Fund, entre otras. Ha continuado su entrenamiento y formación como ornitólogo y biólogo de campo asistiendo a talleres y cursos en Norte, Centro y Sudamérica y también ha participado como ponente en varios congresos de ornitología tanto nacionales como internacionales. Ha participado en publicaciones nacionales e internacionales principalmente sobre la conservación de las aves en México.

Áreas de interés: Ornitología, Ecología tropical, Comportamiento, Biogeografía, Monitoreo

Gallardo Hernández Claudia

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec, núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz. claudia.gallardo@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Curador asistente del Herbario XAL desde 2001. Participación en estudios florísticos y de estructura de la vegetación en selvas bajas y medianas en Zihuatanejo, Guerrero; bosques mesófilos de montaña en la Chinantla y San Miguel Chimalapa, Oaxaca; selvas bajas, matorrales xerófilos y sabanas en Juchitán, Oaxaca y selvas altas perennifolias en Las Choapas, Veracruz. Evaluación de los impactos de los incendios de 1998 en los bosques montañosos de la región de los Chimalapas.

Áreas de interés: Florística y sistemática, Ecología de comunidades, Biogeografía.

Gallardo López Felipe

Institución: Colegio de Postgraduados Campus Veracruz (Colpos)

Contacto: Km. 88.5 Carretera Federal Xalapa-Veracruz, Tepetates. Manlio Fabio Altamirano, Veracruz. felipegl@colpos.mx

Síntesis CV: Médico Veterinario Zootecnista por la Universidad Veracruzana, Maestro y Doctor en Agroecosistemas Tropicales por el Colegio de Postgraduados, Master Internacional en Desarrollo Rural Local por la Universidad Politécnica de Madrid España. Actualmente es Profesor Investigador Asociado del Campus Veracruz-Colegio de Postgraduados. Director de una maestría y asesor de 7 del mismo grado y 3 de doctorado. Profesor titular del curso de Diagnóstico de los Agroecosistemas y colaborador de 3 más en el Colegio de Postgraduados. Autor y coautor de más de 10 artículos científicos. Candidato a Investigador Nacional 2004-2006.

Áreas de interés: Agroecosistemas Tropicales, Desarrollo Regional

Gallina Tessaro Sonia Antonieta

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Biodiversidad y Ecología Animal

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz. sonia.gallina@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Estudios de posgrado en la Facultad de Ciencias de la UNAM, México. Investigador Titular C. Miembro del Instituto de Ecología, A.C. desde 1975. También del Sistema Nacional de Investigadores y de la Academia Mexicana de Ciencias. Pionera en los estudios a largo plazo sobre venados en México en áreas protegidas. Miembro del Comité Editorial de la revista *Acta Zoológica Mexicana*. 41 artículos científicos, 34 capítulos de libro y 1 libro, 10 artículos de divulgación y participado en más de 100 congresos publicando 77 memorias en extenso. Tesis dirigidas: 10 de licenciatura, 16 de maestría y 5 de doctorado. Coordinadora de la Región de Norteamérica de la IUCN-SSC Deer Specialist Group.

Áreas de interés: Ecología y comportamiento de vertebrados, principalmente ungulados (venados), Conservación y aprovechamiento de especies de mamíferos, Diagnóstico poblacional de mamíferos en áreas protegidas y en UMA, Dinámica poblacional, uso y evaluación del hábitat.

García Aldrete Alfonso Neri

Institución: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (IB-UNAM)

Departamento: Departamento de Zoología

Contacto: 3er. Circuito exterior s/n, Ciudad Universitaria, Copilco. C.P. 04510. México, Distrito Federal. anga@ibiologia.unam.mx

Síntesis CV: Es Ph. D. en Ciencias Biológicas por la Illinois State University. Es Investigador Titular "C" del Instituto de Biología de la UNAM, miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel II, y miembro de la Academia Mexicana de Ciencias. Su interés profesional es el estudio de la sistemática y de la riqueza biológica de insectos del orden Psocoptera, área en la que ha publicado 128 trabajos en revistas nacionales e internacionales, que han recibido 270 citas. Ha publicado un libro de su especialidad, y ha editado seis libros más. Ha sido docente en el IPN, la UNAM y la UAM-Iztapalapa. Ha dirigido 3 tesis de licenciatura, 3 de maestría y 2 de doctorado.

Áreas de interés: Sistemática y riqueza biológica de Psocoptera (Insecta).

García Cruz Carlos Javier

Institución: Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa (UAM-I).

Departamento: Herbario Metropolitano

Contacto: Av. San Rafael Atlixco núm. 186, Col. Vicentina. C.P. 09340. México, Distrito Federal. jgcc@xanum.uam.mx

Síntesis CV: Egresado del Doctorado en Sistemática Filogenética del Instituto de Ecología, A. C., Xalapa, Veracruz. Maestría en Ciencias realizada en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Amplia experiencia en el área de Sistemática Vegetal, particularmente en la familia Orchidaceae. De 1986 a 1999 es investigador de tiempo completo en el Herbario AMO, trabajando aspectos de sistemática de orquídeas neotropicales. De 2006 a la fecha profesor-investigador en la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. Autor y/o coautor de diversas publicaciones científicas en revistas especializadas y arbitradas. Actualmente realizando investigación de sistemática molecular en monocotiledóneas epífitas mexicanas.

Áreas de interés: Taxonomía y sistemática de Orchidaceae y Bromeliaceae, Sistemática Filogenética de Orchidaceae y Bromeliaceae, Biología Reproductiva.

García Franco José G.

Institución: Instituto de Ecología A. C. (Inecol)

Departamento: Ecología Funcional

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec, núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
jose.garcia.franco@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Realizó sus estudios de licenciatura, maestría y doctorado en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Actualmente es investigador titular en el Departamento de Ecología Funcional del Instituto de Ecología, A.C. y miembro del SNI. Realiza investigaciones en el área de interacciones ecológicas (planta-planta y planta-polinizador), y es coordinador-profesor del curso de ecología de campo así como también participar en diversos cursos de ecología y manejo de recursos.

Áreas de interés: Interacciones ecológicas (planta-planta, planta-hormiga), Ecología y conservación de epífitas, Ecología plantas parásitas, Fragmentación de bosques tropicales, Biología floral.

García Pérez José Antonio

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Biología de Suelos

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
antonio.garcia@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Realizó sus estudios de doctorado en el Instituto de Ecología, A.C. en la ciudad de Xalapa, Veracruz. El tema de su tesis doctoral fue el potencial de lombrices de tierra para la rehabilitación de suelos degradados por la industria del cemento. Ha escrito varios artículos relacionados con ese tema y actualmente participa en el proyecto “Conservación y Manejo Sostenible de la Biodiversidad dentro del Suelo” financiado por el GEF. Actualmente está interesado en la educación ambiental y es fundador del Instituto de Educación Ambiental y Desarrollo Sustentable, A.C.

Áreas de interés: Biología de Suelos.

Geissert Kientz Daniel

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec, núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
daniel.geissert@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Egresado de la Facultad de Geografía y Ordenación de la Universidad Louis Pasteur Strasbourg I (Francia), donde realizó estudios de Maestría y Doctorado en Geografía Física, con especialidad en geomorfología. Actualmente es responsable del proyecto “Estudios del medio biofísico, suelos y geo-

morfología” en el Instituto de Ecología, A.C. Ha publicado 25 artículos de investigación y 7 capítulos de libros, presentado 20 ponencias en congresos y dirigido 5 tesis de licenciatura y maestría. Ha participado en 5 proyectos apoyados por Conacyt y Conabio. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

Áreas de interés: Estudios del Medio Biofísico (Geomorfología y Suelos).

Giddings Berger Lorrain Eugene

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Ecología Aplicada

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec, núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
lorrain.giddings@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Licenciado en Geología y Química. Maestría en Química y Doctorado en Físicoquímica en la Vanderbilt University, Nashville, Tennessee, EEUU. Profesor en la Universidad Mayor de San Francisco X. de Chuquisaca, de Sucre, Bolivia. Supervisor en la Sección de Ciencias Físicas, Laboratorio de Percepción Remota Lunar de la National Aeronautics and Space Administration, NASA. Jefe de Servicios a la Investigación en el Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (Inireb) y jefe del Departamento de Informática del Inecol. Actualmente es investigador en el Instituto de Ecología, A.C. Cuenta con 75 publicaciones, distribuidas entre artículos de investigación y divulgación.

Áreas de interés: Percepción Remota, Sequías, Excesos de Lluvias y SIG.

Gómez Aguilar León Rodrigo

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec, núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
leonrodrigogomez@gmail.com

Síntesis CV: Biólogo egresado de la Facultad de Biología, zona Xalapa, UV, 2001; Especialista en Métodos Estadísticos, Posgrado de la Facultad de Estadística e Informática, UV 2009 (en curso). Especialidad en Ecología de Manglares y Percepción Remota (SIG). Trabaja en el Inecol como técnico de proyecto. Publicación más reciente: (2006) Relación de las características fototónicas de fotografías aéreas con la fisonomía de la vegetación de manglar en el río Arroyo Moreno. Tesis de licenciatura, UV-Inecol, Xalapa, Veracruz.

Áreas de interés: Ecología zonas costeras, humedales costeros y manglar, Geoecología, Ecología de paisajes y paisajes físiogeográficos, Procesos geologo-geomorfológicos y edafológicos de zonas costeras, Sistemas de Información Geográfico y Percepción remota en ecología.

Gómez Anaya José Antonio

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Entomología

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
antonio.gomez@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Egresado de la carrera de Biología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, donde obtuvo también el grado de Maestro en Ciencias Biológicas (Biología Animal). Obtuvo el diploma de “Especialización en Métodos Estadísticos” de la Facultad de Estadística e Informática de la Universidad Veracruzana. Actualmente realiza estudios de doctorado en el programa en Recursos Bióticos del Centro de Investigaciones Biológicas (CIB) de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH) y es técnico académ-

mico adscrito al Departamento de Entomología del Instituto de Ecología, A.C.
Áreas de interés: Entomología.

Gómez Cornelio Sergio Alberto

Institución: Universidad Autónoma de Campeche (Uacam)
Departamento: Microbiología Ambiental y Biotecnología
Contacto: Av. Agustín Melgar núm. 10. Col. Buenavista. Campeche, Campeche gcor25@yahoo.com.mx
Síntesis CV: Es Licenciado en Biología, egresado de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. En su trabajo de tesis de licenciatura, realizada en el Instituto de Ecología A. C., estudió las comunidades de hongos microscópicos celulolíticos edáficos en cafetales y diversos sitios con relictos de bosque mesófilo en el centro de Veracruz. Actualmente colabora en el Departamento de Microbiología Ambiental y Biotecnología de la Universidad Autónoma de Campeche, en investigaciones sobre microorganismos de origen ambiental y marino, así como en la evaluación del impacto que las especies fúngicas puedan tener sobre monumentos históricos mayas en la Península de Yucatán.
Áreas de interés: Micología, Bacteriología, Ecología microbiana, Biotecnología, Sistemática.

Gómez López Patricia

Institución: Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICML). Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
Departamento: Ecología Marina
Contacto: Circuito Exterior s/n, Copilco. C.P. 04510. México, Distrito Federal. patricia@icmyl.unam.mx
Síntesis CV: Bióloga de profesión, dedicada desde 1978 al estudio de la taxonomía y sistemática del phylum Porifera. Ha publicado 24 artículos en revistas nacionales e internacionales muchas de éstas indizadas, un libro sobre el phylum Porifera y dos capítulos en libros. Ha logrado el hallazgo de 18 especies nuevas de esponjas y diversos registros nuevos en ambas costas del país. Ha dirigido 11 tesis de licenciatura y tenido participación en congresos nacionales e internacionales.
Áreas de interés: Phylum Porifera, Sistemática de esponjas marinas, Ecología y Biología de las esponjas.

González Astorga Jorge Arturo

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)
Departamento: Biología Evolutiva
Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz. jorge.gonzalez@inecol.edu.mx
Síntesis CV: Biólogo de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, obtuvo su doctorado en Ciencias en la Universidad Complutense de Madrid. Actualmente es Investigador Titular A, SNI 1, cuenta con 20 artículos en revistas indexadas ISI, 3 artículos en revistas no indexadas con arbitraje. Ha dirigido 3 tesis de licenciatura y se encuentra dirigiendo en este momento dos tesis de doctorado y una de licenciatura.
Áreas de interés: Taxonomía vegetal.

González Christen Alvar

Institución: Instituto de Investigaciones Biológicas Universidad Veracruzana
Contacto: Av. Luis Castelazo Ayala s/n. Col. Industrial Ánimas. C.P. 91190. Xalapa, Veracruz. gonalvar@uv.mx
Síntesis CV: Es investigador de tiempo completo del Instituto de Investigaciones Biológicas de la Universidad Veracruzana. Realizó su Licenciatura en la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. Maestría en Ciencias (Ecología y Recursos Bióticos) del Ins-

tituto de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa Ver. Línea de investigación: Sistemática, Distribución y Conservación de Mamíferos Silvestres del Estado de Veracruz. Fundador y curador de la colección de mamíferos del Área de Zoología. Responsable de 17 proyectos de investigación concluidos. Reconocimiento a Profesores con Perfil Deseable PROMEP-SEP. Autor de libros, capítulos de libro, artículos científicos o de divulgación, ponencias y conferencias.

Áreas de interés: Ecología de mamíferos, Sistemática de mamíferos, Conservación de mamíferos.

González Gándara Carlos

Institución: Universidad Veracruzana (UV)
Contacto: Km. 7.5 Carretera Tuxpan-Tampico, zona Poza Rica-Tuxpan. C.P. 92850. Tuxpan, Veracruz. cggandara@hotmail.com
Síntesis CV: Egresado de la Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana, cursó la Maestría en Biología Marina en la Universidad de La Habana y el doctorado en el CINVESTAV del IPN Unidad Mérida. Profesor de Tiempo Completo adscrito a la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Campus Tuxpan de la Universidad Veracruzana. Ha realizado investigaciones sobre arrecifes de coral, particularmente sobre taxonomía y ecología de peces y ha publicado más de 20 artículos en revistas especializadas.

Áreas de interés: Taxonomía y ecología de peces, Arrecifes de coral.

González Hernández Alejandro

Institución: Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL)
Contacto: Pedro de Alba y Manuel L. Barragán, Ciudad Universitaria. C.P. 66450. San Nicolás de los Garza, Nuevo León. C.P. 66450. agonzalez@fcb.uanl.mx
Síntesis CV: Biólogo de la UANL en 1976, M. en C. en Parasitología Agrícola del ITESM en 1976, Ph. D. en Entomología en la Univ. de California, Riverside en 1985. Actualmente Profesor Titular B y responsable de la Colección de Insectos Benéficos Entomófagos de la Fac. de Ciencias Biológicas, UANL. Responsable de 24 proyectos de investigación apoyados por Conabio, Conacyt, TAMU-Conacyt, SEP, UANL-PAICYT. Ha asesorado a 42 estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado de la UANL, ITESM, CP, UADY, UAM, UAS, UAAAN, ITCV, ITLM, Ecosur. Autor y/o coautor de 52 publicaciones en revistas científicas, capítulos de libros, artículos de difusión, y publicaciones electrónicas.
Áreas de interés: Biosistemática de Hymenoptera, Control Biológico.

González Romero Alberto

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)
Departamento: Biodiversidad y Ecología Animal
Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz. alberto.gonzalez@inecol.edu.mx
Síntesis CV: Obtuvo su título de biólogo el 14 de marzo de 1974 en la Facultad de Ciencias de la UNAM, realizó sus estudios de posgrado en la misma institución; se doctoró el 2 de julio de 1998. Desde 1980 trabaja para el Instituto de Ecología. Su producción científica incluye 34 trabajos originales publicados en revistas nacionales y extranjeras, 4 libros, 23 capítulos de libros, 35 memorias en extenso, 42 informes técnicos, 25 ensayos y trabajos de divulgación de la ciencia, 13 programas de televisión videograbados por Televisa, Sección Cultural y el Centro de Comunicación de la Ciencia, UNAM, 2 audiovisuales y ha dirigido 25 tesis. 9 de licenciatura, 13 de maestría y 3 de doctorado.

Áreas de interés: Ecología de vertebrados, principalmente comunidades, Vertebrados plaga (roedores en la agricultura), Estudios de impacto ambiental y ordenamientos ecológicos, Conservación y biodiversidad (fauna de zonas áridas y templadas), Manejo de fauna silvestre.

González Soriano Enrique

Institución: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (IB-UNAM)

Departamento: Zoología

Contacto: 3er. Circuito exterior s/n, Ciudad Universitaria, Copilco. C.P. 04510. México, Distrito Federal. esoriano@ibiologia.unam.mx

Síntesis CV: Licenciatura en Biología en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (28-Oct-1977). Realizó su Maestría en Biología en la misma institución, recibiendo el grado el día 29-Enero-1982. Investigador Asociado "C" Definitivo, Curador de Odonata CNIN. PRIDE C, pertenece al Sistema Nacional de Investigadores nivel 1. Cuenta con 50 trabajos publicados en revistas indizadas, 3 libros, 13 capítulos en libros. Ha impartido 4 cursos de licenciatura, 20 cursos de posgrado en la Facultad de Ciencias. Miembro del Consejo Interno de Instituto de Biología. Miembro de la Societas Internationales Odonatologia (SIO) y de la Dragonfly Society of America (DSA).

Áreas de interés: Entomología, Taxonomía de Odonata, Conducta reproductiva, Odonatos Neotropicales.

Granados Barba Alejandro

Institución: Unidad de Investigación de ecología de pesquerías (UIEP), Universidad Veracruzana (UIEP-UV)

Contacto: Hidalgo núm. 617, Colonia Río Jamapa, Boca del Río, Veracruz. agranados@uv.mx

Síntesis CV: Estudió Biología en la ahora FES Iztacala, UNAM. Cursó la Maestría en Biología de Sistemas y Recursos Acuáticos y el Doctorado en Biología, ambos en la Facultad de Ciencias, UNAM. Ha publicado estudios nacionales e internacionales y ha formado recursos humanos en todos los niveles, en el área de taxonomía y ecología de anélidos poliquetos, así como de manejo de ambientes costeros. Miembro del SNI desde 1996 (actualmente nivel 2), es Investigador Titular de la Unidad de Investigación de Ecología de Pesquerías (Universidad Veracruzana) estudiando los poliquetos y la ecología costera en general de la región petrolera del sur del Golfo de México y del Sistema Arrecifal Veracruzano.

Áreas de interés: Taxonomía de anélidos poliquetos, Ecología de macroinvertebrados bentónicos marinos, Bioindicadores de perturbaciones ambientales, Índices bióticos, Ecología de ambientes costeros.

Guevara Sada Sergio A.

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Ecología Funcional

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec, núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz. sergio.guevara@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Biólogo de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México y Doctor en Ciencias (Ph.D.) del Instituto de Botánica Ecológica de la Universidad de Uppsala, Suecia. Inició su carrera en la Facultad de Ciencias de la UNAM, donde fundó y dirigió el Laboratorio de Ecología. Fue jefe de Posgrado de la misma institución. A partir de 1989 es Investigador Titular del Departamento de Ecología Funcional del Instituto de Ecología A.C., con sede en Xalapa, Veracruz, siendo de 1993 a 2002 director general de esta institución. Es

investigador nacional y miembro regular de la Academia Mexicana de Ciencias.

Áreas de interés: Uso y regeneración de comunidades y ecosistemas tropicales mexicanos y americanos, Ecología del paisaje fragmentado, Historia ambiental.

Gutiérrez Hernández Altagracia

Institución: Asesora Externa

Contacto: Prudencia Griffel 406, La Joya. C.P. 76185. Querétaro, Querétaro. altagraciagh@yahoo.com.mx

Síntesis CV: Bióloga egresada de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, con Doctorado en Recursos Bióticos por la Universidad Autónoma de Querétaro. Ha llevado a cabo estancias académicas tanto en México como en el extranjero. Sus líneas de investigación son la Limnología integral y Ecología acuática, con énfasis en la interrelación calidad de agua-fitoplancton-peces. Ha participado en congresos y simposios tanto nacionales como extranjeros y publicado trabajos científicos que incluyen artículos y capítulos de libros. Los proyectos de investigación en que ha colaborado están relacionados con sistemas acuáticos, peces y sistematización de colecciones científicas.

Áreas de interés: Limnología integral, Ecología Acuática.

Guzmán Gastón

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Unidad de Micología

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec, núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz. gaston.guzman@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Biólogo y Doctor en Ciencias de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (IPN). Realizó una estancia predoctoral en la Universidad de Michigan (1965). Estudia hongos, en especial los macromicetos, desde 1955. Fundó la Colección de Hongos del IPN, la más grande ahora en México. Laboró en la citada escuela del IPN hasta 1983, año en que se trasladó a Xalapa para adscribirse al Inireb como investigador y fundó la colección de hongos, la segunda más importante en el país. Labora desde 1989 en el Instituto de Ecología de Xalapa, ahora como investigador emérito. Ha publicado más de 350 artículos y 13 libros.

Áreas de interés: Taxonomía de los hongos (macromicetos en especial), Etnomicología, Micología y los géneros *Psilocybe* y *Scleroderma* a nivel mundial.

Guzmán Guzmán Salvador

Institución: Facultad de Biología, Universidad Veracruzana (UV)

Contacto: Lomas del estadio, s/n. Zona Universitaria. C.P. 91090. Xalapa, Veracruz. sguzman@uv.mx

Síntesis CV: Egresado de la Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana. Realizó una Maestría en Ecología y Manejo de Recursos Bióticos en el Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, otra en Biología en la Universidad Nacional Autónoma de México y un Doctorado en Comportamiento Animal y Humano en la Universidad Autónoma de Madrid. Actualmente es profesor en la Facultad de Biología e imparte cátedras de Cordados, Planificación de Áreas Naturales y Manejo de fauna silvestre. Es responsable del Laboratorio de Herpetología, del Museo de Zoología. Ha publicado 30 trabajos científicos y de divulgación y dirigido 35 tesis de licenciatura.

Áreas de interés: Ecología, Comportamiento, Vertebrados, Conservación.

Heredia Abarca Gabriela Patricia

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Biología de Suelos

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
gabriela.heredia@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Doctora en Ciencias egresada de la Universidad Nacional Autónoma de México. Investigadora del Departamento de Biología de Suelos del Inecol. Dirige un laboratorio enfocado a investigaciones sobre diversidad y ecología de hongos microscópicos saprobios y simbioses. Ha publicado artículos científicos, capítulos de libros, asesorado tesis de licenciatura y posgrado, participado y organizado eventos académicos, además de dirigir y colaborar en proyectos científicos y técnicos financiados por instituciones nacionales e internacionales. De 2003 a 2007 fue coordinadora de la Red Iberoamericana sobre Diversidad, Ecología y Uso de los Hongos Microscópicos, dentro del programa Cyted.

Áreas de interés: Micología, Sistemática, Ecología microbiana, Edafología, Biotecnología.

Hernández Alarcón María Elizabeth

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Unidad de Biotecnología Ambiental

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
elizabeth.hernandez@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Licenciada en Química Farmacéutica Biológica por la Universidad Veracruzana, Maestra en Ciencias en Biotecnología por el Instituto Tecnológico de Veracruz y Doctora en Ciencias Ambientales por la Universidad del Estado de Ohio, USA. Investigador de la Unidad de Biotecnología Ambiental del Instituto de Ecología A.C. desde 1992.

Áreas de interés: Humedales, Manejo sustentable de agua, Cambio climático, Desarrollo sustentable, Biotecnología Ambiental

Hernández Baz Fernando

Institución: Facultad de Biología, Universidad Veracruzana (UV)

Departamento: Museo de Zoología

Contacto: Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n. Zona Universitaria. Xalapa, Veracruz. fhernandez@uv.mx

Síntesis CV: Cursó los estudios profesionales en la Facultad de Biología y la Maestría en Ciencias en la Universidad Veracruzana, ha impartido conferencias y cursos sobre temas entomológicos y de conservación de fauna silvestre en universidades nacionales y del extranjero. Tiene más de 40 publicaciones y ha impartido docencia, así como estancias de investigación en Venezuela, Nicaragua, Guatemala, México, Perú, etc. Actualmente es el curador de la colección de mariposas en el Museo de Zoología de la Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana.

Áreas de interés: Biogeografía, Taxonomía, Ecología, Colecciones entomológicas, Mariposarios.

Hernández Huerta Arturo

Institución: Instituto de Ecología, A. C. (Inecol).

Departamento: Red de Medio Ambiente y Sustentabilidad

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
arturo.hernandez@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Egresado de la UAM-Iztapalapa. Sus líneas de investigación están relacionadas con la conservación de la fauna silvestre y manejo de recursos naturales en Áreas Naturales Protegidas. Ha realizado estudios en las reservas de la biosfera El Cielo, Calakmul y La Michilá, siendo director de ésta última durante dos años. Ha coordinado programas de protección y rescate de fauna, estudios de factibilidad y sistemas de gestión ambiental para organismos estatales, federales y privados. Se

ha desempeñado como consultor en materia de ANPs, Educación Ambiental y Desarrollo Sustentable. Ha impartido cursos de posgrado en manejo de recursos y cursos de capacitación para dependencias federales.

Áreas de interés: Conservación y manejo de recursos naturales, Sistemas de gestión ambiental.

Hernández Ortiz Vicente

Institución: Instituto de Ecología A.C. (Inecol)

Departamento: Entomología

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
vicente.hernandez@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Biólogo con estudios de Maestría y Doctorado en Ciencias, egresado de la Universidad Nacional Autónoma de México, miembro del Sistema Nacional de Investigadores, y especialista en diversas familias de dípteros, Tephritoidea, particularmente con moscas de la fruta. Autor de 1 libro, 36 artículos científicos, 9 capítulos de libro y editor de 2 libros. Director de 14 tesis de licenciatura y posgrado, participación en 11 cursos impartidos en posgrado, instructor de 24 cursos nacionales e internacionales especializados en moscas de la fruta. Participación en 44 eventos científicos en México y el extranjero, así como en 11 proyectos de investigación con financiamiento externo.

Áreas de interés: Biodiversidad, Entomología, Taxonomía, Biogeografía, Ecología.

Hernández Xoliot Ruth Areli

Institución: Servicios de Salud de Veracruz (SESVER)

Contacto: Soconusco núm. 31. Col. Aguacatal. Xalapa, Veracruz.
rahernandez@ssaver.gob.mx

Síntesis CV: Licenciada en Biología egresada de la UV. Laborando en el área de entomología como jefe del área, del Departamento de Control de Enfermedades Transmitidas por Vector de los SESVER, donde ha producido diversos trabajos de insectos vectores. Hoy trabaja con proyecto FOMIX: "Estratificación en áreas de riesgo de tres enfermedades prioritarias con base en sus insectos vectores, en el estado de Veracruz", en colaboración con el Dr. Ibáñez (Inecol).

Áreas de interés: Insectos vectores implicados con enfermedades humanas tropicales. Factores que afectan las poblaciones de los insectos vectores, relación con enfermedad de chagas, dengue, leishmaniosis, malaria, VON.

Heydrich Silke Cram

Institución: Instituto de Geografía, Universidad Autónoma de México.

Departamento: Geografía Física

Contacto: Ciudad Universitaria, Del. Coyoacán, Distrito Federal, México. C.P. 04510. silkecram@igg.unam.mx

Áreas de interés: Contaminación de suelos y sedimentos.

Ibáñez Bernal Sergio

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Biodiversidad y Ecología Animal

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
sergio.ibanez@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Biólogo, Maestro y Doctor en Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y miembro de la Academia Mexicana de Ciencias. Fue Jefe del Departamento de Entomología Médica del INDRE, Secretaría de Salud, y a partir de 1999 es Investigador Titular del Instituto de Ecología A. C. en Xalapa, Veracruz. Fue profesor de Entomología General en licenciatura y de Entomolo-

gía Médica y Veterinaria y de Entomo-epidemiología del Posgrado en la Facultad de Ciencias UNAM y ahora profesor del Posgrado del Instituto de Ecología, A.C. Ha dirigido 14 proyectos de investigación y publicado 61 artículos de investigación, 3 libros, 25 capítulos de libro, 9 artículos docentes y 20 artículos de divulgación.

Áreas de interés: Sistemática de Díptera, Entomología médica y veterinaria, Cambio global, Sistemas de información geográfica.

Ibarra Núñez Guillermo

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur)

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antiguo Aeropuerto. C.P. 30700. Tapachula, Chiapas. gibarra@ecosur.mx

Síntesis CV: Biólogo (Fac. Ciencias, UNAM), con Diploma de Estudios Avanzados (DEA) y Doctorado en Biología del Comportamiento (Universidad de París XIII, Francia). Investigador Titular "B" en la Unidad Tapachula de El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur) y responsable de la Colección de Arañas de dicha Unidad. Nivel I del Sistema Nacional de Investigadores. Ha trabajado en taxonomía y comportamiento de arañas y en ecología de comunidades de artrópodos (insectos y arañas) asociados a cafetales y cacaotales. Miembro de la Sociedad Mexicana de Entomología, American Arachnological Society, International Society of Arachnology, British Arachnological Society y Grupo Ibérico de Aracnología.

Áreas de interés: Taxonomía de Arañas, Diversidad de arañas de áreas naturales y agrícolas, Ecología y comportamiento depredador de las arañas, Las arañas como agentes de control biológico en agroecosistemas, Influencia del manejo agrícola sobre las comunidades de arañas.

Ibiza Martínez Serrano

Institución: Universidad Veracruzana (UV)

Contacto: Carr. Tuxpan-Tampico km 7.5 s/n, Col. Universitaria, Tuxpan, Ver. ibmartinez@uv.mx

Síntesis CV: Estudió la Licenciatura en la Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana; y la Maestría en Ciencias con Especialidad en el Manejo de Recursos Marinos, en el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional (La Paz, B. C. S.). Ha trabajado en proyectos de investigación relacionados con la ecología poblacional de ballena azul y de cachalote en el Golfo de California. Actualmente realiza el Doctorado en el Instituto de Neuroetología, de la Universidad Veracruzana, estudiando la organización social y el ámbito hogareño de delfines que habitan al norte del estado de Veracruz y participa en proyectos de monitoreo ambiental marino.

Áreas de interés: Mamíferos marinos, Conservación, Ecología conductual, Cetáceos.

Infante Mata Dulce María

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec, núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz. dulce.infante@gmail.com

Síntesis CV: Bióloga por la Universidad Autónoma de Puebla y M en C. por el Instituto de Ecología A.C., actualmente cursa el doctorado en ciencias. La experiencia que ha tenido es en ecosistemas costeros en la Península de Yucatán, Veracruz y Guerrero, enfocándose a dunas costeras y humedales. Dentro de los humedales que ha estudiado se encuentran las selvas inundables y manglares, de los cuales estudia su vegetación, parámetros ambientales, productividad e hidropereodo. Ha participado activamente en proyectos de investigación financiados por Conafor, Semarnat, Conacyt, Nawca, OIMT, OTS, Cona-

bio y CNA. Ha obtenido becas de Conacyt y Russell E. Train-WWF para sus estudios de doctorado.

Áreas de interés: Ecología de zonas costeras, Manejo integral de zonas costeras, Humedales, Restauración de humedales.

Johansen Naime Roberto Miguel

Institución: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (IB-UNAM)

Departamento: Zoología

Contacto: 3er. Circuito exterior s/n, Ciudad Universitaria, Copilco. C.P. 04510. México, Distrito Federal. naime@ibiologia.unam.mx

Síntesis CV: Obtuvo su Licenciatura, Maestría y Doctorado en Biología en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, en 1972, 1974 y 1977, respectivamente. Ingresó al Instituto de Biología, UNAM en julio de 1975. Su interés académico principal es el estudio de los insectos tisanópteros (taxonomía, biología, distribución geográfica, ecología, trips en agroecosistemas...). Ha publicado más de 100 contribuciones científicas. Participa en el Proyecto de Investigación Vitalicio: "Tisanópteros de México". Los proyectos en los que actualmente colabora son: "Tisanópteros del Eje Volcánico Transversal de México" el cual se ha extendido hasta la Sierra Madre del Sur.

Áreas de interés: Taxonomía, Ecosistemas naturales, Agroecosistemas, Conducta depredadora, Biogeografía.

Krömer Thorsten

Institución: Centro de Investigaciones Tropicales (CITRO), Universidad Veracruzana.

Contacto: Ex hacienda Lucas Martín, Privada de Araucarias, s/n. Col. 21 de marzo. Xalapa, Veracruz. tkroemer@gmx.de

Síntesis CV: En 1997 obtuvo su Maestría en Biología en la Universidad de Göttingen, Alemania y en la misma universidad obtuvo su Ph.D en Botánica en el 2003. Estuvo como investigador asociado del Instituto de Botánica de la Universidad de Göttingen, Alemania. Fue investigador posdoctoral de la Universidad Nacional Autónoma de México en la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas (04/2005-03/2007). Desde abril del 2007 es investigador titular "C" de tiempo completo del Centro de Investigaciones Tropicales de la Universidad Veracruzana.

Áreas de interés: Botánica, Epífitas, Diversidad, Taxonomía, Conservación.

Laborde Dovalí Francisco Javier

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Ecología Funcional

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec, núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz. javier.laborde@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Doctor en Ecología en 2004 de la Universidad de Sheffield, Inglaterra. Ha sido becario del Conacyt (1988-1989 y 2000-2004). Desde 1991 inició sus actividades en el Instituto de Ecología, A.C., en donde actualmente es investigador. Como ecólogo de comunidades se ha especializado en el estudio de la dinámica de selvas y bosques. Ha publicado 8 artículos arbitrados en revistas internacionales y nacionales, así como 8 capítulos de libros y ha participado en distintos congresos y simposios.

Áreas de interés: Ecología de comunidades, con énfasis en el papel que las interacciones planta-animal desempeñan en la regeneración de ecosistemas forestales, Estudio de la ecología y conservación de selvas en paisajes.

Laguarda Figueras Alfredo

Institución: Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICML), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Departamento: Sistemas Oceánicos y Costeros

Contacto: Circuito Exterior s/n, Copilco. C.P. 04510. México, Distrito Federal. laguarda@icmyl.unam.mx

Síntesis CV: Licenciatura en la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) (1954-1957). Maestría en la Facultad de Ciencias, UNAM (1958-1961). Doctorado en Facultad de Ciencias, UNAM (1958-1961). Su área de especialidad es en la Sistemática y ecología de organismos acuáticos. Producción Científica: Ha publicado 71 trabajos en revistas arbitradas, 7 aceptados para su publicación en revistas que exigen dictamen, 20 capítulos de libros.

Áreas de interés: Taxonomía y genética de organismos acuáticos, Ecología de Equinodermos.

Landero Torres Ivonne

Institución: Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana (UV).

Contacto: Km. 1 Carretera Peñuela-Amatlán de los Reyes, s/n, Col. Peñuela. Amatlán, Veracruz. ilt62@hotmail.com

Síntesis CV: Licenciatura en Biología en la Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana con la tesis titulada: Estructura y composición de un nido de *Atta cephalotes* Latr. En Tlaco-tengo Veracruz-México (1985). Maestría en gestión y promoción urbana para un desarrollo sostenible, obteniendo el grado el 5 de octubre de 2001 en Universidad Veracruzana, Facultad de Arquitectura, Córdoba, Veracruz. Ha elaborado programas, manuales, material audiovisual de las asignaturas: artrópodos de 1985, ecología básica 1995 ecología de poblaciones 1996 y bioconservación 1996 y además imparte las materias.

Áreas de interés: Ecología y comportamiento de hormigas, Entomología Agrícola, Sistemática en hormigas, Control biológico en hormigas.

Landeros Sánchez Cesáreo

Institución: Colegio de Postgraduados Campus Veracruz (Colpos)

Contacto: Km. 88.5 Carretera Federal Xalapa-Veracruz, Tepetates. Manlio Fabio Altamirano, Veracruz. clandero@colpos.mx

Síntesis CV: Ingeniero Agrónomo Especialista en Irrigación, 1981, Universidad Autónoma de Chapingo, México. Master of Science con especialidad en Manejo del Agua, 1987, Agricultural University of Wageningen, Holanda. Ph.D. con Especialidad en Manejo del Agua – Transporte de Solutos en Áreas con Drenaje Parcelario Subsuperficial, 1995, Cranfield University Silsoe College, Inglaterra. Actualmente es Profesor Investigador Titular del Colegio de Postgraduados Campus Veracruz. Titular de los cursos: El Agua en los Agroecosistemas, Seminario II y Seminario de Avances Investigación. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel 1. Responsable de proyectos apoyados por la Conagua.

Áreas de interés: Caña de Azúcar, Uso y Manejo del Agua en Agroecosistemas Tropicales.

Lango Reynoso Fabiola

Institución: Instituto Tecnológico de Boca del Río (ITBOCA)

Contacto: Km. 12 Carretera Veracruz-Córdoba s/n. Col. Pescadores. Boca del Río, Veracruz. fabiolalango@yahoo.com.mx

Síntesis CV: Profesor investigador titular C del Instituto Tecnológico de Boca del Río (ITBOCA). Doctorado en la Université de Bretagne Occidentale Brest, Francia, en el área de Oceanología Biológica, Maestría en el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional (CICIMAR-IPN) en Ciencias Marinas, Licenciada del Instituto Tecnológico del Mar en Ingeniería en Acuicultura. Profesor propietario de las asignaturas del posgrado Maestría en Ciencias en Acuicultura, Cultivos de apoyo, Cultivo de moluscos y Semi-

nario de investigación. Directora de 12 tesis de maestría y 2 tesis de doctorado concluidas. Miembro de la Asociación Veracruzana de Acuicultores A.C. (Avac).

Áreas de interés: Acuicultura, Moluscos bivalvos, Reproducción, Toxicología, Cultivos.

Lara Domínguez Ana Laura

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec, núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz. ana.lara@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Bióloga y M. en C. del Mar de la Universidad Nacional Autónoma de México, PhD por la Universidad Estatal de Louisiana, USA. Perteneció al SNI de 1987 a 1993. Personal académico del Instituto de Ciencias del Mar UNAM; del Programa EPOMEX UACam y en la Unidad de Ecosistemas Costeros del Inecol, donde actualmente es Investigador Titular. Es Fellow del Programa LEAD-Mexico. Autora de más 18 artículos arbitrados, 22 capítulos de libro y 23 artículos de divulgación. Ha participado en la Dirección y Asesoría de 7 tesis de licenciatura, 1 tesis de maestría del Colpos-Veracruz, participa en el Comité Tutorial de alumnos de maestría y doctorado del Posgrado en Ciencias del Instituto de Ecología, A.C. y de la UAM-I.

Áreas de interés: Estructura y función de los ecosistemas costeros tropicales, Evaluación ecológica de las comunidades de peces, Ecología y manejo de sistemas costeros.

León Romero Pedro

Institución: Biga Bufete de Ingeniería y Gestión Ambiental, S.A. de C.V.

Contacto: Nuevo León núm. 513. Col. Progreso. Xalapa, Veracruz leonromero@prodigy.net.mx

Síntesis CV: Se ha desarrollado en el sector hidráulico. Colaboró para la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos en el Distrito Federal, Guanajuato, Jalisco, Colima, Oaxaca, Puebla y Veracruz. En la Comisión Nacional del Agua en Veracruz; en la Coordinación General de Medio Ambiente del Estado de Veracruz. Actualmente colabora como Director Técnico de la empresa Bufete de Ingeniería y Gestión Ambiental S.A. de C.V. Al mismo tiempo es Asesor Técnico Especializado en Agua de varias empresas. Es miembro fundador del Comité Técnico Consultivo para la Protección, Conservación y Manejo de los Humedales en Veracruz, siendo presidente suplente del Comité de Contraloría Ciudadana.

Áreas de interés: Proyectos ingeniería civil, Proyectos de investigación ambiental, hidrología.

Llorente Bousquets Jorge Enrique

Institución: Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México

Departamento: Biología Evolutiva

Contacto: Circuito exterior s/n, Ciudad Universitaria, Copilco. C.P. 04510. México, Distrito Federal. Apartado Postal 70-399. jlb@hp.fcencias.unam.mx

Síntesis CV: Profesor Titular del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias de la UNAM, donde labora desde hace 32 años. Su productividad asciende a 58 libros, 146 artículos y 142 capítulos en textos científicos y docentes. Ha dictado 77 cursos de licenciatura y 25 de posgrado. Ha sido distinguido en la UNAM con dos de los máximos galardones que ésta otorga: la Distinción Universidad Nacional para Jóvenes Académicos (Docencia en Ciencias Naturales) en 1989 y el Premio Universidad Nacional (Docencia en Ciencias Naturales) en 2003. Perteneció al Sistema Nacional de Investigadores desde 1985.

En la actualidad dirige un grupo de investigación y a seis estudiantes del posgrado

Áreas de interés: Sistemática, Biogeografía, Historia de la Biología, Bioconservación, Lepidopterología.

Lomelí Flores J. Refugio

Institución: Colegio de Postgraduados (Colpos)

Departamento: Instituto de Fitosanidad

Contacto: Km. 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México. C.P. 56230. jrlomelif@hotmail.com

Síntesis CV: Profesor Investigador Asociado en el Instituto de Fitosanidad del Colegio de Postgraduados. Estudios de Maestría en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas y Doctorado en Texas A&M University. Participación en 24 proyectos de investigación relacionados con Manejo integrado de plagas, Taxonomía, Biología y ecología de parasitoides y Control Biológico. Cuenta con 12 artículos publicados con arbitraje y 5 se encuentran en preparación; 2 libros publicados; 15 capítulos de libro, 2 en prensa, 2 resúmenes de congresos nacionales y 3 internacionales.

Áreas de interés: Taxonomía de microhimenópteros, Biología ecología de parasitoides, Control biológico, Manejo integrado de plagas.

López Collado José

Institución: Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz

Síntesis CV: Egresado de la Universidad Autónoma Chapingo. Realizó una maestría en el Colegio de Postgraduados y un doctorado en el Virginia Tech., USA. Actualmente es Profesor Investigador Titular del Colegio de Postgraduados-Campus Veracruz. Ha impartido cursos de estadística y muestreo de insectos. Ha presentado ponencias en congresos nacionales e internacionales. Ha asesorado y dirigido a estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado. Ha publicado 28 artículos en revistas indizadas. Tiene el registro de 5 programas de cómputo. Actualmente es Investigador Nivel 1 del SNI.

Áreas de interés: Manejo Integrado de Plagas Agrícolas.

López Ferrari Ana Rosa

Institución: Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa (UAM-I)

Departamento: Herbario Metropolitano

Contacto: Av. San Rafael Atlixco núm. 186. Col. Vicentina. C.P. 09340. México, Distrito Federal. arlf@xanum.uam.mx

Síntesis CV: Maestría en Ciencias (Biología) (UNAM), Profesor-Investigador Titular C tiempo completo del Departamento de Biología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Especialista en taxonomía y florística de monocotiledóneas mexicanas, particularmente en las familias Bromeliaceae, Commelinaceae e Iridaceae.

Áreas de interés: Botánica, Sistemática, Biogeografía, Monocotiledóneas mexicanas, Bromeliaceae.

López Rosas Hugo

Institución: Universidad del Mar (Umar)

Contacto: Km. 1.5 Carretera a Oaxaca vía Sola de Vega, Puerto Escondido, San Pedro Mixtepec, Juquila, Oaxaca. C.P. 71980 hugo.loper@gmail.com

Síntesis CV: Estudió la carrera de Biología en la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de México. Posteriormente realizó estudios de posgrado en el Instituto de Ecología A.C. de Xalapa, Veracruz, obteniendo una beca-mixta del Conacyt para complementar sus estudios en la Universidad Estatal de Louisiana. Tiene el grado de Doctor en Ciencias (Ecología y Manejo de Recursos Naturales). Sus áreas de especialidad son la ecología de ecosistemas costeros, con especial énfasis en ecología de humedales; las invasiones biológicas y la ecología de la restauración. Actualmente está adscrito al Instituto de Ecolo-

gía de la Universidad del Mar en Puerto Escondido, Oaxaca, como Profesor-Investigador.

Áreas de interés: Ecología de ecosistemas costeros, Ecología de humedales, Invasiones biológicas, Ecología de la restauración, Comunidades ecológicas.

López-Portillo Guzmán Jorge Alejandro

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Ecología funcional

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec, núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz. jorge.lopez.portillo@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Biólogo egresado de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México en 1982; Doctor en Ecología en el Instituto de Ecología de la UNAM en 1993; Investigador del Instituto de Ecología, A.C. (Inecol) a partir de marzo de 1979 e Investigador Nacional SNI II. Ha publicado más de 30 artículos de investigación en revistas nacionales e internacionales de alta calidad. Trabaja en ecosistemas de ambientes extremos ya sea por sequía (desiertos) o salinidad (manglares). Ha formado 6 estudiantes de licenciatura, 3 de maestría y 2 de doctorado.

Áreas de interés: Ecología de manglares, Fisiología de manglares, Impacto antropogénico en humedales.

Lorea Hernández Francisco Gerardo

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Herbario

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec, núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz. francisco.lorea@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Licenciatura en Biología y Maestría en Ciencias por la UNAM. Doctor en Ciencias por la University of Missouri, St. Louis. Ha publicado 18 artículos y 10 capítulos de libro. Curador del Herbario XAL (1996-2008). Profesor de botánica en la Facultad de Ciencias, UNAM (1979-1990) y actualmente del posgrado en el Instituto de Ecología, A.C.

Áreas de interés: Sistemática vegetal, Fitogeografía, Flora de México.

Lot Helgueras Antonio

Institución: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (IB-UNAM).

Departamento: Departamento de Botánica

Contacto: 3er circuito exterior s/n, Ciudad Universitaria, Copilco, Coyoacán. C.P. 04510. México. loth@ibiologia.unam.mx

Síntesis CV: Jefe de la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas del Instituto de Biología de la UNAM. (1972-1975), jefe del Programa Estudios Ecológicos Básicos del Instituto de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (1978-1979), jefe del Departamento de Botánica del Instituto de Biología, UNAM. (1985-1987), Director del Instituto de Biología, UNAM. (1987-1995), Secretario Ejecutivo de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de C.U. (desde junio del 2005). Ha publicado 46 artículos de investigación en revistas arbitradas.

Áreas de interés: Biología tropical, Conservación.

Luis Martínez Moisés Armando

Institución: Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.

Departamento: Biología Evolutiva

Contacto: Circuito exterior s/n, Ciudad Universitaria, Copilco. C.P. 04510. México, Distrito Federal. Apartado Postal 70-399. alm@hp.fcencias.unam.mx

Síntesis CV: Profesor Titular del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias de la UNAM donde ha trabajado 25 años. Ha publi-

cado 35 trabajos de investigación. Desde 1992 se desempeña como coordinador del museo y curador de la colección entomológica. Ha realizado estancias de investigación en: Institución Smithsonian, Academia de Ciencias de San Francisco, Museo Carnegie de Historia Natural, Museo Británico de Historia Natural, Museo de Historia Natural de la Universidad Mayor de San Marcos y Centro McGuire. Además de desarrollar investigación con lepidópteros, ha impartido más de 40 cursos en la Facultad de Ciencias y ha dirigido a 15 estudiantes de licenciatura y posgrado.

Áreas de interés: Sistemática, Biogeografía, Lepidopterología.

Mandujano Rodríguez Salvador

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Biodiversidad y Ecología Animal

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec, núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
salvador.mandujano@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Biólogo egresado de la Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Maestría en Ciencias (Biología) en la UNAM y Doctorado en Ciencias (Biología) en la misma institución. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel I. Ha dirigido 2 tesis de doctorado, 14 de maestría y 8 de licenciatura. Ha publicado 44 artículos arbitrados, 23 capítulos en libros, 10 de difusión y 44 trabajos en extenso en memorias de congresos. Es editor asociado de *Acta Zoológica Mexicana*, *Revista Mexicana de Mastozoología* y *Tropical Conservation Science*. Es editor huésped de *Neotropical Primates*, *Universidad y Ciencia*. Coordinador del curso Ecología Animal y Biología de la Conservación del Instituto de Ecología, A.C. Miembro de la Asociación Mexicana de Mastozoología, Asociación Mexicana de Primatología, A.C.

Áreas de interés: Ecología, conservación y manejo de mamíferos, principalmente ungulados (venado cola blanca y pecarí de collar) en bosques tropicales secos y primates (mono aullador y mono araña) en bosques tropicales húmedos.

Manson Robert Hunter

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Ecología Vegetal

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec, núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
robert.manson@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Obtuvo su licenciatura de la Universidad de Washington & Lee en 1989 y su Maestría en Ciencias (1994) y Doctorado (1999) del Programa de Ecología y Evolución de la Universidad de Rutgers. Inició estudios en México con el apoyo de un postdoctorado de la National Science Foundation (EUA) (1999-2001). Es actualmente un investigador Titular B en el Instituto de Ecología, A.C. (Inecol) y es nivel II del Sistema Nacional de Investigadores. Autor de 25 artículos publicados en revistas indexadas, así como 13 capítulos de libro y dos libros. Ha dirigido dos tesis de licenciatura, cuatro de maestría y dos de doctorado.

Áreas de interés: Servicios ecosistémicos, Agroecología, Fragmentación, Manejo de recursos naturales.

Márquez Ramírez Wilfrido

Institución: Secretaría de Desarrollo Social y Medio Ambiente, Gobierno del Estado de Veracruz (Sedesma)

Departamento: Coordinación General de Medio Ambiente (CGMA)

Contacto: Francisco I. Madero esq. Juárez s/n. Colonia Centro. Xalapa, Veracruz. wmarquez@cgma.gob.mx

Síntesis CV: Cursó su licenciatura en la Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana y la Maestría en Ecología Vegetal en la

Universidad Nacional Autónoma de México. Fungió como maestro en la Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana. Investigador titular del Inireb y jefe del Jardín Botánico "Francisco Javier Clavijero", jefe de depto. y subdirector de operación de Parques Nacionales de la Sedue, director de Flora y Fauna Silvestre y Conservación y Manejo de Recursos Naturales del INE-Sedesol y subdelegado de Medio Ambiente en la Delegación Federal de la Semarnap en Veracruz. A la fecha es subdirector de Recursos Naturales y Servicios Ambientales en la Coordinación General de Medio Ambiente-Sedesma del Gobierno del Estado de Veracruz.

Áreas de interés: Áreas Naturales Protegidas, Flora y fauna silvestre, Ecología Vegetal, UMA's.

Martínez Bello Marisol

Institución: Centro de Investigaciones Tropicales (CITRO), Universidad Veracruzana

Contacto: Ex-Hacienda Lucas Martín priv. Araucarias C.P. 91110. Xalapa, Veracruz. bio.sol.bello@gmail.com

Síntesis CV: Bióloga graduada en el 2008 por la Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana con la tesis "Áreas prioritarias para la conservación de biodiversidad en el estado de Veracruz, México". Desde 2005 ha participado en investigaciones relacionadas con la conservación de recursos desde la perspectiva de paisaje en Alvarado y la Sierra Totonaca en Veracruz. Anteriormente involucrada en estudios ecológicos de cycadales en el centro del mismo estado.

Áreas de interés: Ecología de paisaje, Aplicación de SIG en conservación y manejo de recursos naturales.

Martínez Dávila Juan Pablo

Institución: Colegio de Postgraduados Campus Veracruz (Colpos)

Contacto: Km. 88.5 Carretera Federal Xalapa-Veracruz, Tepetates. Manlio Fabio Altamirano, Veracruz jpmartin@colpos.mx

Síntesis CV: Egresado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Veracruzana en la ciudad de Veracruz. Se graduó de la Maestría en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional en el Campus Puebla del Colegio de Postgraduados. Cursó la Especialidad en Métodos Estadísticos en la Facultad de Estadística e Informática de la Universidad Veracruzana en Jalapa. Desarrolló estudios doctorales sobre Agroecosistemas Tropicales en el Campus Veracruz del Colegio de Postgraduados.

Áreas de interés: Desarrollo rural sustentable, Filosofía de la ciencia.

Martínez Romero Esperanza

Institución: Centro de Ciencias Genómicas, UNAM.

Departamento: Programa de Ecología Genómica: Grupo de Microbiología Ambiental y Simbiótica

Contacto: Av. Universidad s/n Col. Chamilpa. C.P. 62210, Cuernavaca, Morelos. emartine@ccg.unam.mx

Síntesis CV: Realizó sus estudios de doctorado en la Universidad Nacional Autónoma de México y su postdoctorado en Francia. Es investigadora y profesora de licenciatura y posgrado. Estudia las bacterias que estimulan el crecimiento vegetal. Es miembro de los comités editoriales de varias revistas internacionales. Fue presidenta de la Asociación Mexicana de Microbiología, de la Sociedad Mexicana de Fijación Biológica de Nitrógeno y es presidenta del Comité Internacional de Taxonomía de Rhizobium. Ha publicado numerosos artículos, editado libros y dirigido 14 tesis de doctorado. Ha recibido varias distinciones, entre ellas el Premio de Ciencias Naturales de la Academia Mexicana de Ciencias.

Áreas de interés: Microbiología, Fijación biológica de nitrógeno.

Martínez Vázquez María Luisa

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Ecología Funcional

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec, núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
marisa.martinez@inecol.edu.mx

Síntesis CV: En 1988 se licenció como bióloga y en 1994 obtuvo el grado de Doctora en Biología. Es Investigadora Titular B del Instituto de Ecología, A.C. desde 1995. Es autora de 22 artículos con arbitraje internacional, 9 capítulos de libro, editora de un libro y autora de 2 libros. Es editora asociada de la revista *Ecoscience* desde 2003.

Áreas de interés: Ecología y fisiología vegetal, Servicios ecosistémicos.

Mata Montes de Oca Gerardo

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Unidad de Micología

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec, núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
gerardo.mata@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Biólogo por la Universidad Veracruzana (1986) y Doctorado en Ciencias de Agrorecursos por la Universidad Paul Sabatier, Toulouse III (1997). Investigador titular del Inecol (1989 a la fecha). Investigador del SNI, nivel 1. Ha coordinado diversos proyectos sobre cultivos de hongos, financiados por agencias nacionales e internacionales. Editor en jefe de la *Revista Mexicana de Micología* (2003 a la fecha). Vicepresidente de la Asociación Latinoamericana de Micología (1999-2002). Ha publicado 53 artículos arbitrados, 3 libros, 7 capítulos de libros y 7 resúmenes en extenso. Ha impartido cursos, conferencias y talleres sobre cultivo de hongos en diversos foros nacionales e internacionales.

Áreas de interés: Cultivo de hongos, Sistemática de hongos, Manejo de recursos, Genética de hongos comestibles, Fisiología de hongos comestibles.

Medel Ortiz Rosario

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Unidad de Micología

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
rosario.medel@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Bióloga con Doctorado en Ciencias en Manejo de Recursos por la Universidad Autónoma de Nuevo León, ha publicado más de 25 artículos relacionados con taxonomía y diversidad de los hongos ascomicetes en revistas nacionales y extranjeras y 4 capítulos de libros. Ha impartido cursos de licenciatura y posgrado relacionados con la micología, así como talleres en taxonomía de ascomicetes, tanto en México como fuera del país. Actualmente realiza una estancia posdoctoral en el Instituto de Ecología en Xalapa.

Áreas de interés: Taxonomía, Sistemática, Ecología, Diversidad, Ascomicetes.

Medina Abreo María Elena

Institución: Instituto de Ecología A.C. (Inecol)

Departamento: Biodiversidad y Sistemática

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec, núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
elena.medina@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Egresada de la Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana en 1986. Obtuvo el grado de Maestría en Ciencias (Biología) en la Universidad Nacional Autónoma de México en 1994. Ha publicado 41 trabajos que incluyen artículos,

libros y capítulos de libro, y actualmente participa en el proyecto Flora de Veracruz.

Áreas de interés: Vegetación y flora, Sistemática y Bioclimatología.

Mehlreter Klaus

Institución: Instituto de Ecología, A.C., (Inecol)

Departamento: Ecología Funcional

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
klaus.mehlreter@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Estudios y Doctorado en Ciencias Naturales de la Universidad de Ulm en Alemania, egresado en 1994, tesis doctoral sobre la biogeografía y ecología de helechos de las altas montañas de Costa Rica. De 1990-1996 fue científico adjunto del Departamento de Botánica de esta misma Universidad de Ulm. Fue Investigador Independiente de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, Argentina (1996-1998). En 1998 ingresó al Instituto de Ecología, A. C. en Xalapa, Ver., donde actualmente es profesor e investigador titular A. Cuenta con 34 publicaciones nacionales e internacionales, incluyendo 2 libros y 6 capítulos de libros y fue coeditor de un libro. Miembro del SNI.

Áreas de interés: Ecología y conservación de helechos y licopodios, Correlación entre la fenología de helechos y factores climáticos, Estudios de diversidad y biogeografía de helechos, Interacciones entre helechos e insectos.

Mejía Saulés María Teresa

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
teresa.mejia@ecologia.edu.mx

Síntesis CV: Egresada de la Universidad Veracruzana, Facultad de Biología. Obtuvo el doctorado en la Universidad de Southampton, U.K. De 1982 a 1988 se desempeñó como investigadora en el Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (Inireb) y a partir de esta fecha hasta la actualidad es investigadora del Instituto de Ecología, A. C. Sus líneas de investigación son la taxonomía, anatomía foliar, micromorfología y filogenia de la familia Gramineae (Poaceae) con énfasis en la subfamilia Pooideae (tribu Meliceae), Ehrhartoideae (tribu Oryzeae) y Bambusoideae; propagación, manejo y conservación *ex situ* de bambúes nativos de México y gramíneas útiles de México.

Áreas de interés: Taxonomía, Anatomía, Botánica económica, Conservación, Manejo.

Méndez Cortina Wendy Ariana

Institución: Comisión Nacional Forestal (Conafor)

Contacto: Vicente Guerrero núm. 9. Col. Centro. Perote, Veracruz.
wenari10@hotmail.com

Síntesis CV: Bióloga por la UV, con área terminal en Biotecnología. Desarrolló su tesis en la micropropagación de especies de cactáceas de México en peligro de extinción. Realizó una estancia en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales del Instituto Nacional de Ecología, A.C. Ha participado en congresos de botánica. Actualmente se encuentra laborando en Conafor-Perote.

Áreas de interés: Cultivo de tejidos vegetales, Morfofisiología vegetal, Ingeniería genética, Microbiología, Biología molecular.

Mendoza Palmero Fredy Severo

Institución: Servicios de Salud de Veracruz (SESVER)

Contacto: Soconusco núm. 31. Col. Aguacatal, Xalapa, Veracruz.
fredy.mendoza@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Licenciado en Biología egresado de la UV y Doctor en Ciencias en “Ecología y Manejo de Recursos Naturales” (Inecol). Ha laborado en el área de entomología del Depto. de Control de Enf. Transmitidas por Vector de los SESVER, donde ha producido diversos trabajos de insectos vectores. Ha trabajado sobre “Densidad de *Aedes aegypti* en la región de Actopan-Veracruz” y sobre “Diversidad y hábitats acuáticos de mosquitos (Diptera: Culicidae) en la región central de Veracruz”; entre otros. Hoy trabaja con proyecto FOMIX: “Estratificación en áreas de riesgo de tres enf. prioritarias en base a sus insectos vectores, en el estado de Veracruz”, en colaboración con el Dr. Ibáñez (Inecol)

Áreas de interés: Insectos vectores implicados con enfermedades humanas tropicales, Diversidad y distribución de insectos vectores, Factores que afectan las poblaciones de los insectos vectores, Sistemas de Información Geográfica de insectos vectores.

Mercado Silva Norman

Institución: AZ Coop F&W Unit, School of Natural Resources. U. de Arizona

Contacto: Biosciences East núm. 325. SNR U. Arizona. Tucson, Arizona, EUA. nmercado@u.arizona.edu

Síntesis CV: Investigador en la AZ. Coop. Fish & Wildlife Unit (U. de Arizona). Fue asociado posdoctoral en el Inst. de Ecología A.C. Biólogo por la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, con estudios de posgrado en la Univ. de Wisconsin, EUA. Ha impartido clases en diversas instituciones. Su línea de investigación es en ecología y conservación de especies de peces de agua dulce, con especial interés en ecosistemas mexicanos; ecología de especies invasoras; biomonitorio. Ha participado en congresos y simposios tanto nacionales como extranjeros y publicado diversos artículos y capítulos de libros. Participa activamente diversas sociedades científicas. Ha participado en comités académicos para estudiantes de licenciatura y posgrado.

Áreas de interés: Ecología de peces, Limnología, Bioindicadores, Redes tróficas, Ecología acuática.

Mercado Vidal Gabriel

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec, núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz. gabriel.mercado@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Arquitecto egresado de la Universidad Veracruzana. Obtuvo el grado de Maestro en Política, Gestión y Derecho Ambientales por la Universidad Anáhuac-Xalapa. De 1983 a 1988 trabajó en el Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos y de 1989 a la fecha colabora como Técnico Académico Titular en el Instituto de Ecología, A.C. Ha participado en más de 30 proyectos relacionados con el desarrollo de procesos biotecnológicos para el tratamiento y reciclaje de residuos y el uso sustentable del agua. También ha colaborado en proyectos sobre inmuno-parasitología en peces y control biológico de insectos. Fue co-recipientario del Premio Nacional Serfín del Medio Ambiente en 1985.

Áreas de interés: Bioprocesos para el reciclaje de residuos.

Meza Pérez Enrique

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz. enrique.meza@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Egresado de la carrera de Biología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, donde también hizo estudios de Maestría y Doctorado. Ha colaborado en proyec-

tos de investigación de las zonas de Los Tuxtlas, Cofre de Perote y zona centro del estado de Veracruz. Ha colaborado con la Dirección General de Culturas Populares, unidad regional de Xalapa, Centro de capacitación para el desarrollo rural del Colegio de Posgraduados, ORSTOM, Planeación, Desarrollo y Recuperación Ambiental, A.C., Pronatura A.C., Proyecto Sierra de Santa Marta, con proyectos de desarrollo rural, impacto ambiental y temáticos del medio natural.

Áreas de interés: Edafología de suelos volcánicos, Propiedades físicas, hídricas y estructura del suelo.

Mickel John Thomas

Institución: New York Botanical Garden

Contacto: 200th Street & Kazimiroff Blvd., Bronx, New York, USA. jmickel@nybg.org

Síntesis CV: Ph.D en Iowa State Un. en 1961. Curador de la colección de helechos del New York Botanical Garden desde 1969 (ahora retirado y con puesto honorario). Ha publicado varios libros de gran tiraje y más de 100 artículos científicos y de divulgación. Fundador del capítulo New York de la Sociedad Americana de Helechos, donde estableció el boletín *Fiddlehead Forum* en 1974 y editó durante los siguientes 20 años.

Áreas de interés: Botánica, Pteridología, Taxonomía, Florística, Horticultura.

Mojica Guzmán Áurea

Institución: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (IB-UNAM).

Departamento: Zoología

Contacto: 3er. Circuito exterior s/n, Ciudad Universitaria, Copilco. C.P. 04510. México, Distrito Federal. aurea@ibiologia.unam.mx

Síntesis CV: Obtuvo su Licenciatura y Maestría en Biología en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, en 1983 y 1985 respectivamente. Ingresó al Instituto de Biología, UNAM en febrero de 1986. Su interés académico principal es el estudio de los insectos tisanópteros (taxonomía, biología, distribución geográfica, ecología, trips en agroecosistema). Ha publicado 35 contribuciones científicas. Participa en el Proyecto de Investigación Vitalicio: “Tisanópteros de México”. Los proyectos en los que actualmente colabora son: “Tisanópteros del Eje Volcánico Transversal de México” el cual se ha extendido hasta la Sierra Madre del Sur.

Áreas de interés: Taxonomía, Ecosistemas naturales, Agroecosistemas, Conducta depredadora, Biogeografía.

Monroy Ibarra Roberto Clemente

Institución: Pronatura A.C., Veracruz

Contacto: Bourbon núm. 33. Fraccionamiento La Mata. Coatepec, Veracruz. negromonroy@gmail.com

Síntesis CV: Actualmente laborando en el Instituto de Ecología A.C. en monitoreo de los impactos del establecimiento de centrales eololéctricas a la fauna residente y migratoria en la zona del Istmo de Tehuantepec y Baja California. En Pronatura A.C. ha participado en los proyectos “Plan ecorregional de los bosques y selvas del límite neotropical del Golfo de México” y “Planeación para la conservación de sistemas de humedales de Alvarado, Veracruz”. En Inecol en los proyectos “Estructura y funcionamiento de humedales conservados y humedales invadidos para el mantenimiento de los servicios ambientales como parte del ordenamiento costero” y otros más en la zona costera veracruzana.

Áreas de interés: SIG aplicados a conservación de hábitat, Ecología del paisaje, Monitoreo de fauna, Manejo de cuencas.

Morales Carmona Carlos Omar

Institución: Consultor independiente

Contacto: Prolongación de la once oriente norte s/n, Col. Centro. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. carmocar@yahoo.com

Síntesis CV: 2007-2008 Prestador de Servicios Profesionales en la Comisión Nacional Forestal para el Programa de Conservación, Restauración de Ecosistemas Forestales (PROCOREF 2007). En 2006 participó en la XIX Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria Veracruz 2006, con el cartel "Control biológico del gorgojo del frijol almacenado con el parasitoide *Dinarmus basalis* (Rondani) en una zona templada del centro de Veracruz". Colaboración en el manual *El control biológico con parasitoides, una alternativa para limitar a los gorgojos en frijol almacenado*.

Áreas de interés: Entomología, Ciencias Forestales, Ecología.

Morales Mávil Jorge E.

Institución: Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana (UV)

Contacto: Dr. Luis Castelazo s/n. Col. Ánimas. Xalapa, Veracruz. jormorales@uv.mx

Síntesis CV: Licenciatura en Biología y Maestría en la misma universidad, Doctorado en la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de México. Ha publicado más de 15 artículos en revistas especializadas y más de 10 capítulos de libros en temas de ecología y conducta de vertebrados. Ha coordinado cerca de 10 proyectos con financiamiento externo relacionados con estudios de biodiversidad, programas de conservación y manejo de áreas protegidas, rescate de fauna silvestre y monitoreo de poblaciones animales. Ha dirigido diversas tesis de grado y postgrado. Miembro de diversas sociedades científicas, grupos de especialistas y de consejos consultivos.

Áreas de interés: Ecología y comportamiento de vertebrados, Áreas Naturales Protegidas, Ecología conductual, Educación Ambiental, Estudios de impacto ambiental sobre vertebrados.

Moreno Seceña Juan Carlos

Institución: Colegio de Postgraduados Campus Veracruz (Colpos)

Contacto: Km. 88.5 Carretera Federal Xalapa-Veracruz, Tepetates. Manlio Fabio Altamirano, Veracruz secena@colpos.mx

Síntesis CV: Ingeniero Agrónomo egresado del Instituto Tecnológico Agropecuario núm. 3 de Tuxtepec, Oaxaca. Maestro en Ciencias en Suelos por el Instituto Tecnológico de Torreón. Actualmente es estudiante de Doctorado en el programa de Agroecosistemas Tropicales del Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz.

Áreas de interés: Fertilidad de suelos.

Moreno-Casasola Barceló Patricia

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Ecología Funcional

Contacto: Km. 2.5 carretera antigua a Coatepec, núm. 351, congregación El Haya, Xalapa, Veracruz. C.P. 91070. patricia.moreno@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Licenciatura en Biología en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México y Maestría en Ciencias en la misma institución, Ph D del Instituto de Ecología Botánica, Universidad de Uppsala, Suecia. Profesor e investigador en la Facultad de Ciencias, UNAM y actualmente en el Inecol. Ha dado clases en licenciatura y en el posgrado. Ha dirigido más de 30 tesis de licenciatura y posgrado sobre ecología de ecosistemas costeros, conservación de la biodiversidad y desarrollo sustentable. Ha publicado más de 100 artículos y capítulos de libros en revistas nacionales e internacionales. Ha editado varios libros sobre estos temas.

Áreas de interés: Ecosistemas costeros, Biodiversidad, Ecofisiología vegetal, Desarrollo sustentable, Conservación de la biodiversidad.

Morón Ríos Miguel Ángel

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Biología de Suelos

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz. miguel.moron@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Biólogo, doctorado en la UNAM (1971-1985). Profesor en la UNAM (1974-1989) UAM-X (1975-1981), BUAP (1996-2004), Inecol (1998-2006). Investigador de tiempo completo en el Inecol desde 1981. Investigador Nacional nivel 3 desde 1991. Premio Weizmann 1987 (AMC), Premio de Investigación Científica 1992 (AMC). Autor de 170 artículos de investigación arbitrados, 8 libros, 39 capítulos de libro, 4 catálogos, 44 artículos de divulgación, ensayos y síntesis. Campo de investigación: Taxonomía, Sistemática, Ecología, Zoogeografía e importancia agropecuaria de coleópteros lamelicornios americanos.

Áreas de interés: Escarabajos, Taxonomía, Biología, Ecología, Biogeografía.

Muñoz Villers Lyssette Elena

Institución: Oregon State University, EUA (OSU)

Contacto: Peavy Hall núm. 204. Corvallis, Oregon, USA. 97331 Lyssette.Munoz@oregonstate.edu

Síntesis CV: Mexicana. Investigador Asociado Post Doctoral. Oregon State University, Corvallis, OR, USA. (2008-2010). Doctorado en Ciencias Biológicas (2008) Universidad Autónoma Metropolitana, México, D.F. Becaria de Conacyt por estudios de Maestría (ITC, Holanda) y Doctorado (UAM, Mex). 2 artículos internacionales, 3 publicaciones nacionales. Participación en congresos nacionales e internacionales (Cartel y Oral). Participación en proyectos ecohidrológicos financiados por Conacyt, INE (MEX) y NSF (EUA).

Áreas de interés: Ecohidrología de Ecosistemas, Tropicales de montaña, Físicoquímica de ríos, Cambio de uso de suelo y sus efectos en la hidrología de cuencas, Modelación espacial y temporal de procesos hidrológicos SIG y Percepción remota.

Murguía González Joaquín

Institución: Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, UV.

Contacto: Km. 1 carretera Peñuela-Amatlán de los Reyes, s/n, Col. Peñuela. Amatlán, Veracruz. jmurguia@uv.mx

Síntesis CV: Doctor en Ciencias en Agroecosistemas Tropicales, Colegio de Postgraduados; Maestría en Ciencias en Fitopatología, Colegio de Postgraduados; Ingeniería Agrónoma en la Universidad Veracruzana; Estancia Doctoral, Università Degli Studi di Firenze, Italia; Profesor Investigador y Director, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias Región Orizaba-Córdoba. Especies de estudio: orquídea, anturio, bromelia, ave del paraíso, alcatraz, heliconia, helechos, palmas.

Áreas de interés: Floricultura tropical, Rescate, aprovechamiento y conservación de plantas epífitas, Fitopatología, Ecofisiología de plantas epífitas.

Nava Tablada Martha Elena

Institución: El Colegio de Veracruz (Colver)

Contacto: Carrillo Puerto núm. 26. Col. Centro. C.P. 91000. Xalapa, Veracruz. menavata@yahoo.com.mx

Síntesis CV: Actualmente es Profesora Investigadora de El Colegio de Veracruz, adscrita a la Maestría de Desarrollo Regional Sustentable. Doctora en Sociología en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México (2000). Maestría en Desarrollo Rural en el

Colegio de Postgraduados, Montecillo, México (1993). Ingeniero Agrónomo especialidad en Extensión y Divulgación Agrícola en la Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México (1986). Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel candidato, área ciencias sociales (2002-2005). Responsable técnico del proyecto Conacyt: Efectos de la migración en la actividad agrícola de cuatro regiones campesinas.

Áreas de interés: Desarrollo rural sustentable, Turismo alternativo, Migración rural, Planeación, Metodología de la investigación.

Navarrete Heredia José Luis

Institución: Universidad de Guadalajara (UDG)

Departamento: Entomología

Contacto: Km. 15.5 Carretera a Nogales s/n, Las Agujas. Zapopan, Jalisco. snavarre@cucba.udg.mx

Síntesis CV: Egresado de la Facultad de Ciencias, UNAM en donde cursó sus estudios de Licenciatura, Maestría y Doctorado. En 1993 se incorporó a la Universidad de Guadalajara en donde forma la colección entomológica de la institución y funda la revista especializada de entomología Dugesiana. Es autor de más de 80 contribuciones entre artículos publicados en revistas especializadas, capítulos de libro, libros y diversos materiales de divulgación. Actualmente trabaja con coleópteros Staphylinidae y aquellos que se encuentran en materia orgánica en descomposición. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

Áreas de interés: Entomología, Coleoptera, Taxonomía, Ecología.

Negrete Yankelevich Simoneta

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Biología de Suelos

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec, núm. 351. Congregación El Haya. Xalapa, Veracruz. C.P. 91070
simoneta.negrete@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Doctorado en Ecología Forestal de la Universidad de Edimburgo, Escocia. Postdoctorado en el proyecto Conservación y Manejo Sostenible de la Biodiversidad en el Suelo BGBD (TSBF-CSM). A partir del 2007 es investigador repatriado al Instituto de Ecología A. C. Ha publicado artículos especializados y capítulos de libros sobre la relación entre la biodiversidad arriba y debajo del suelo. Actualmente realiza investigación sobre el efecto acumulativo del uso del suelo sobre la biodiversidad y funcionamiento de los suelos tropicales. Actualmente coordina un proyecto Conabio-BGBD para la creación de una base de datos de biota edáfica.

Áreas de interés: Los efectos de las actividades humanas sobre la diversidad y el funcionamiento de los suelos en distintas escalas.

Nikolskii Gavrilov Iouri

Institución: Colegio de Postgraduados Campus Montecillo (Colpos)

Contacto: Km. 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo. Texcoco, Estado de México. nikolski@colpos.colpos.mx

Síntesis CV: Ingeniero Hidrotécnico en Irrigación y Drenaje del Instituto Moscovita de Mejoramiento de Terrenos Agrícolas, Moscú, URSS, 1959-64. Philosophy Doctor in Technology, Ph.D. (en Manejo del régimen hídrico de los suelos bajo riego y drenaje); Instituto Moscovita de Mejoramiento de Terrenos Agrícolas, Moscú, URSS, 1965-69. Doctor de las Ciencias Técnicas, D.Sci. (en Impacto Ecológico y Optimización de los Sistemas de Riego y Drenaje); Instituto Moscovita de Mejoramiento de Terrenos Agrícolas, URSS, 1986-89. Profesor Investigador Titular e Investigador Nacional, nivel 2.

Áreas de interés: Optimización de sistemas de riego y drenaje, Manejo del régimen hídrico de los suelos bajo riego y drenaje, Impacto Ecológico.

Novelo Gutiérrez Rodolfo

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Entomología

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
rodolfo.novelo@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Licenciatura, Maestría y Doctorado en Ciencias (Biología) en la Universidad Nacional Autónoma de México. Profesor de Entomología General y Agrícola en la Facultad de Ciencias, UNAM y en el Departamento de Producción Agrícola UAM-X (1978-1989 y 1981-1989, respectivamente). Autor y coautor de 66 artículos científicos, 8 capítulos de libro, 6 artículos de divulgación. Participante en 27 congresos nacionales e internacionales. Diez tesis dirigidas (7 de licenciatura, 2 de maestría y 1 de doctorado). Desde 1986 es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, actualmente Investigador Nivel II. Miembro de la Academia Mexicana de Ciencias (1999-). Editor Asociado (1988-1992) y Editor General (1993- 2001) de la revista científica *Folia Entomológica Mexicana*. Medalla "Gabino Barreda" (UNAM) y Premio Nacional de Entomología, Soc. Mex. de Entomología.

Áreas de interés: Sistemática de Odonata, Ecología de insectos acuáticos.

Ochoa Ochoa Leticia Margarita

Institución: Museo de Zoología, Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (MZFC-UNAM).

Contacto: Circuito exterior s/n, Ciudad Universitaria, Copilco. C.P. 04510. México, Distrito Federal. thirsia@gmail.com

Síntesis CV: Bióloga egresada de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Su tesis de licenciatura se convirtió en el libro *Áreas de Endemismo de la Herpetofauna Mexicana* gracias al apoyo de la Conabio. Realizó su maestría en la misma institución bajo la dirección del Dr. Flores-Villela, enfocándose a los patrones de diversidad, sus causas y dinámica. Obtuvo el grado de Maestra en Ciencias Biológicas con Mención Honorífica. Actualmente aceptada en el Centro de Ciencias Ambientales de la Universidad de Oxford (Oxford University Center of Environment), realizará sus estudios de doctorado enfocándose al estudio de metapoblaciones de anfibios y su relación con los cambios ambientales a escala local.

Áreas de interés: Macroecología, Conservación, Teoría Ecológica de Comunidades.

Okolodkov Yuri B.

Institución: Centro de Ecología y Pesquerías, Universidad Veracruzana (CEP-UV).

Departamento: Dirección General de Investigaciones

Contacto: Avenida Hidalgo núm. 617. Col. Río Jamapa. C.P. 94290. Boca del Río, Veracruz. yuriokolodkov@yahoo.com

Síntesis CV: Ha trabajado en biología marina a partir de 1973. Tesis de maestría: "Zooplankton del Estrecho de Bering" (Universidad Estatal de Leningrado, 1983); tesis de doctorado: "Fitoplancton del Mar Chukchi" (1987); tesis de doctorado eestatal> "Dinoflagelados del Ártico Eurasiático" (Instituto Botánico Komarov, Acad. Cienc. Rusia, 2000). Participó en 22 expediciones marinas y aéreas rusas e internacionales al Ártico Eurasiático, al Noreste del Atlántico, al Noroeste del Pacífico y a la Antártica. Trabajó en laboratorios de investigación en Polonia, Gran Bretaña, Noruega, Italia, Alemania, Francia, EEUU y México. Autor de más de 65 publicaciones científicas, incluyendo tres libros.

Áreas de interés: Taxonomía y ecología de dinoflagelados marinos, Fitoplancton marino, Biogeografía marina, Microalgas marinas epífitas, Microflora de hielos marinos.

Olguín Palacios Eugenia Judith

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Unidad de Biotecnología Ambiental

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
eugenia.olguin@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Su primera formación es de Químico Bacteriólogo Parasitólogo. Obtuvo Maestría y Doctorado en Ingeniería Bioquímica en la Universidad de Birmingham, U.K. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (Nivel III) y de la Academia Mexicana de Ciencias. Obtuvo el Premio Nacional "María Lavalle Urbina" en la categoría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable. Ha sido presidente de la Sociedad Internacional de Biotecnología Ambiental (ISEB) y es miembro del Consejo Directivo de la Sociedad Internacional de Ficología Aplicada (ISAP). Tiene experiencia desde 1970 y ha sido responsable de más de 40 proyectos. Es investigadora del Instituto de Ecología (Unidad de Biotecnología Ambiental) desde 1989.

Áreas de interés: Biotecnología Ambiental, Conservación y desarrollo sustentable, Manejo sustentable del agua, Fijación de CO₂ con microalgas, Fitorremediación y fitorremediación.

Oliva Rivera Héctor

Institución: Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Veracruzana (UV)

Contacto: Km. 1, Carretera Peñuela-Amatlán de los Reyes, s/n, Col. Peñuela. Amatlán, Veracruz. hongoliva@hotmail.com

Síntesis CV: Biólogo, Maestro en Ciencias, Docente de la Licenciatura en Biología de la Universidad Veracruzana (UV). Publicaciones referentes a la taxonomía de las plantas vasculares parásitas del estado de Veracruz, interesado en los aspectos de la taxonomía de las plantas vasculares del estado de Veracruz y de México en general.

Áreas de interés: Botánica, Taxonomía y florística, Sistemática, Ecología de Plantas vasculares, Plantas parásitas.

Olvera García Martha Virginia

Institución: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (IB-UNAM)

Departamento: Herbario Nacional

Contacto: 3er circuito exterior, Ciudad Universitaria, Copilco, Coyoacán. C.P. 04510. Distrito Federal, México.
mvolvera@ibiologia.unam.mx

Síntesis CV: Egresada de la Licenciatura de Biología con área terminal en Biotecnología de la Universidad Veracruzana. Se ha especializado en la propagación de tejidos vegetales, enfocándose a las especies de cactáceas endémicas mexicanas, principalmente las que se encuentran en peligro de extinción. Su trabajo y preparación los ha realizado en el Instituto de Ecología, A. C.

Áreas de interés: Curadora.

Ortiz Touzet Manuel

Institución: Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de la Habana (Uh-CIM)

Contacto: Calle 16 e/1ra y 3ra núm. 114, Miramar playa. La Habana, Cuba. normano@uh.cu

Síntesis CV: Especialista en crustáceos peracáridos, decápodos y estomatópodos del Mar Caribe, Golfo de México y parte del Mar Mediterráneo. Doctor en Ciencias (Biología Marina) con la publicación de un número amplio de libros y capítulos y cerca de 300 artículos científicos internacionales. Descriptor de cerca de 150 especies nuevas para la ciencia de crustáceos marinos, anquihalinos y de agua dulce. Participación en un número importante de congresos

y de estancias de investigación internacionales. Obtención del Premio Nacional en Cuba en Ciencia e Investigación.

Áreas de interés: Carnilogía, Peracáridos, Taxonomía, Biodiversidad, Biodistribución.

Palacios Vélez Óscar Luis

Institución: Colegio de Postgraduados Campus Montecillo (Colpos)

Contacto: Km. 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo. Texcoco, Estado de México. opalacio@colpos.mx

Síntesis CV: Profesor Investigador Titular del Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados. Ingeniero Agrónomo Especialista en Irrigación, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, Méx., 1955-1961; Ph. D. del Instituto de Hidromejoramiento de Moscú, ex-URSS, 1962-1967. Miembro del SNI desde 1984, Nivel II.

Áreas de interés: Riego y drenaje de cultivos, Hidrología superficial y subterránea, uso de modelos matemáticos, particularmente modelos digitales del terreno y modelos hidrológicos. Contaminación ambiental de ríos y cuerpos de agua.

Palma Grayeb Beatriz Elena

Institución: Universidad Veracruzana

Contacto: Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán, Zona Universitaria, Xalapa, Veracruz. bpalma@uv.mx

Síntesis CV: Egresada de la Facultad de Física de la Universidad Veracruzana. Realizó la Maestría en Geografía Ambiental en la Universidad Nacional Autónoma de México. Académica de la Facultad de Instrumentación Electrónica y Ciencias Atmosféricas donde ha asesorado 3 trabajos de tesis. Cuenta con trabajos de investigación en hidrometeorología y cambio climático, publicando 5 informes técnicos. Ha sido coautora de 3 capítulos de libros, 1 texto para la enseñanza y 2 artículos para revista científica internacional. Ha presentado 14 ponencias en congresos nacionales e internacionales y 3 conferencias de apoyo académico. Es responsable de un proyecto de investigación apoyado por Conacyt.

Áreas de interés: Ciencias atmosféricas.

Peralta Peláez Luis Alberto

Institución: Instituto Tecnológico de Veracruz (ITVer)

Departamento: Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica

Contacto: Av. Miguel Ángel de Quevedo núm. 2779. Col. Formando Hogar. C.P. 91860. Veracruz, Veracruz.
peralta@itver.edu.mx

Síntesis CV: Doctorado en Ciencias por el Instituto de Ecología A.C.; Maestro en Ingeniería Ambiental por la UV; Maestro en Educación por ICES de Tamaulipas; biólogo por la UAM; mención honorífica en el concurso nacional de Banobras 1997; mención honorífica Maestría de Educación; becario por la República Federal de Alemania, Conacyt y Promep; trabajos en la Secretaría de Marina, Instituto Nacional de Antropología e Historia Centro-Veracruz. Participación en varios proyectos de investigación, co-asesor de 26 y asesor de 5 tesis en el área ambiental, coordinador de la ISO 14000 en el ITVer, profesor Titular "C" en el Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica del ITVer.

Áreas de interés: Ecología humedales, Indicadores biológicos, Desarrollo sustentable, Educación Ambiental, Energía alternativa.

Peredo Nava Maricruz

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Herbario XAL

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec, núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
maricruz.peredo@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Ha participado en los siguientes proyectos: Proyecto K004 "Actualización de las bases de datos del Herbario XAL del Instituto de Ecología, A.C." Conabio. Marzo/1997-Octubre/1999. Proyecto L090 "Diversidad y distribución de la familia Lauraceae en el Sureste de México". Conabio. Octubre/1997-Diciembre/1999. Proyecto "Perfeccionamiento de las colecciones y bases de datos del Herbario XAL". Conacyt. Marzo/2000-Diciembre/2003. Proyecto U021 "Actualización de las bases de datos del Herbario XAL. Fase II". Patrocinado por Conabio. Marzo/2001-Octubre/2002. Proyecto AA002 "Actualización de las bases de datos del Herbario XAL. Fase III." Patrocinado por Conabio Febrero/2003- Agosto/2004.

Áreas de interés: Bases de datos, Diseño.

Pérez Farrera Miguel Ángel

Institución: Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UnicaCh).
Departamento: Escuela de Biología
Contacto: Libramiento Norte Poniente s/n. Col. Lajas-Maciél. C.P. 29039. Tuxtla Gutierrez, Chiapas. perezfarreram@yahoo.com.mx

Síntesis CV: Profesor de botánica de la escuela de biología del UnicaCh. Encargado del Herbario Eizi Matuda. Investigador Nacional Nivel I desde 2004 e investigador honorífico del sistema estatal de investigación de Chiapas. Miembro del comité de la IUCN para la sobrevivencia y conservación de las cycadas. Desde 1995 se ha dedicado al estudio de los bosques mesófilos de montaña, principalmente de la reserva de la biosfera El Triunfo. Actualmente desarrolla tres líneas de investigación: la sistemática vegetal y florística de áreas naturales protegidas, la ecología de comunidades y poblaciones y la conservación de la biodiversidad. Asesor del grupo acción forestal Los Ocotones, Cintalapa, Chiapas.

Áreas de interés: Sistemática vegetal, Ecología de comunidades y poblaciones, Conservación de la Biodiversidad, Florística y vegetación de áreas naturales protegidas de Chiapas.

Pérez Hernández Marco Aurelio

Institución: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa (UAM-I)

Departamento: Biología
Contacto: Av. San Rafael Atlixco núm. 186. Col. Vicentina. México, Distrito Federal. maph@xanum.uam.mx

Síntesis CV: Estudios de Maestría y Candidato a Doctor en Ciencias (Biología), Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México; Lic. en Biología, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Profesor de Asignatura ENEP-Zaragoza, UNAM 1982-1992. De 1985 a la fecha es Profesor de T/C en el departamento de Biología, UAM-Iztapalapa, en donde ha desempeñado los cargos de coordinador de la Lic. en Biología, Secretario Académico de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud y Jefe del Departamento de Biología. Autoría en más de 20 publicaciones y 38 ponencias en reuniones científicas especializadas.

Áreas de interés: Ecología de comunidades, Ecología de peces de sistemas costeros y estuarino-lagunares.

Pérez Higareda Gonzalo (†)

Institución: Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, UNAM.
<http://www.ejournal.unam.mx/bio/BIO79-02/BIO079000231.pdf>

Pérez Maqueo Octavio Miguel

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)
Departamento: Ecología Aplicada
Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec núm. 351. Congregación El Haya.C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
 octavio.maqueo@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Biólogo de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, la Maestría en Ciencias la

hizo en la misma institución. Obtuvo el Doctorado en Ciencias del Instituto de Ecología, A.C. Realizó una estancia posdoctoral en el Instituto Gund de Ecología Económica en la Universidad de Vermont, Burlington, VT, US. Investigador Nacional Nivel 1. Ha publicado 7 artículos en revistas internacionales y 2 artículos en revistas nacionales, así como 2 capítulos de libro. Ha impartido cursos a nivel licenciatura y posgrado y participado en varios más como invitado. Ha colaborado en 10 proyectos de investigación y participado en 20 estudios ambientales.

Áreas de interés: Modelación de procesos ecosistémicos, Economía ecológica y valoración de servicios ecosistémicos, Cambio climático, Impacto ambiental.

Pérez Vázquez Arturo

Institución: Colegio de Postgraduados Campus Veracruz (Colpos)
Contacto: Km. 88.5 Carretera Federal Xalapa-Veracruz, Tepetates. Manlio Fabio Altamirano, Veracruz. parturo@colpos.mx

Síntesis CV: Egresado de la Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana. Realizó estudios de Maestría en Botánica en el Colegio de Postgraduados en el tema de Fotosíntesis y transpiración en plantas acuáticas. Los estudios de Doctorado (PhD) los realizó en Inglaterra en el Imperial College, University of London en el tema de Agricultura Urbana, trabajo de investigación acreedor al Research Award por el Imperial College y Premio de Investigación a través del International Research Agropolis Awards in Urban Agriculture, 1999-2000. Actualmente es Profesor Investigador Asociado del Colegio de Postgraduados en Campus Veracruz donde imparte los cursos de Introducción al Estudio de los Agroecosistemas.

Áreas de interés: Agricultura sustentable.

Pineda Arredondo Eduardo Octavio

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)
Departamento: Biodiversidad y Ecología Animal
Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec, núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
 eduardo.pineda@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Biólogo por la UAEMex, Doctor en Ciencias por el Instituto de Ecología, A.C. Posdoctorado en el Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid, España. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (candidato). Ha publicado 8 artículos científicos, 5 de ellos en revistas internacionales, 4 libros y 3 capítulos de libro. Participa en el posgrado del Inecol coordinando el curso de Biodiversidad y mediante la impartición de clases en otros cursos.

Áreas de interés: Biodiversidad, Agroecosistemas, Anfibios, Cambio climático, Biología de la conservación.

Pineda López María del Rosario

Institución: Universidad Veracruzana (UV)
Departamento: Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada (Inbioteca)
Contacto: Av. de las Culturas Veracruzananas núm. 101, Col. Emiliano Zapata. C.P. 91090. Xalapa, Veracruz. rpineda@uv.mx

Síntesis CV: Cuenta con experiencia de 20 años dentro de las líneas de interés de ecología forestal, conservación de recursos naturales, recientemente inicia la línea de investigación sobre servicios ambientales en el Inbioteca. Ha participado en poco más de 20 proyectos, nacionales e internacionales, ha publicado poco más de 34 artículos en revistas nacionales e internacionales, coautora de 2 libros y 6 capítulos de libro, ponente de poco más de 50 conferencias en congresos en el país y en el extranjero. Actualmente es Candidato a Doctor por parte de la UPV España. Es miembro del Sistema Estatal de Investigadores y del SNI Nivel I.

Áreas de interés: Ecología Forestal, Captura de carbono, Cambio climático, Conservación de la biodiversidad, Manejo de recursos naturales.

Pino Moreno José Manuel

Institución: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (IB-UNAM)

Departamento: Zoología

Contacto: 3er. Circuito exterior s/n, Ciudad Universitaria, Copilco. C.P. 04510. México, Distrito Federal. jpino@ibiologia.unam.mx

Síntesis CV: Maestro en Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México; Doctor en Ciencias, Pacific Western University, EEUU. Técnico Académico Titular "B" de Tiempo Completo en el Instituto de Biología. Tiene 28 artículos publicados, 9 capítulos de libros, 1 libro y 17 artículos de difusión. Ha presentado 129 trabajos en congresos, 8 tesis codirigidas, 36 distinciones académicas. 35 tesis revisadas, 64 conferencias impartidas. Ha realizado 9 estancias de investigación en el extranjero y evaluado 4 trabajos.

Áreas de interés: Insectos comestibles, Insectos medicinales, Etnología, Medicina tradicional, Química.

Portilla Ochoa Enrique

Institución: Instituto de Investigaciones Biológicas-Universidad Veracruzana

Departamento: Biología de la Conservación

Contacto: Av. Luis Castelazo Ayala s/n. Col. Industrial Ánimas. C.P.91190. Xalapa, Veracruz. eportilla@uv.mx

Síntesis CV: Biólogo de formación y Maestro en desarrollo sustentable. Durante su trayectoria ha desarrollado proyectos de investigación relacionados con la educación ambiental y desarrollo comunitario, principalmente en el Sistema Lagunar de Alvarado Veracruz. Actualmente desempeña el cargo de coordinador del Área Biología de la Conservación del Instituto de Investigaciones Biológicas de la Universidad Veracruzana. Fundador y secretario del Subcomité Técnico Nacional para la Conservación, Recuperación y Manejo del Manatí.

Áreas de interés: Biología de la conservación, Desarrollo comunitario, Educación ambiental, Biodiversidad.

Primo Castro Martha Esperanza

Institución: Secretaría de Desarrollo Social y Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Veracruz (Sedesma)

Departamento: Coordinación General de Medio Ambiente (CGMA)

Contacto: Francisco I. Madero esq. Juárez s/n. Col. Centro. Xalapa, Veracruz. mprimo@cgma.gob.mx

Síntesis CV: Realizó sus estudios de licenciatura en la Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana y la Especialización en Métodos Estadísticos en la Facultad de Estadística de la misma universidad. Laboralmente ha participado en diversos proyectos de conservación de la fauna silvestre con el Instituto de Investigaciones Biológicas de la UV y el Instituto de Ecología, A. C. Actualmente es responsable del Departamento de Ecosistemas y Servicios Ambientales de la Coordinación General de Medio Ambiente - Sedesma del Gobierno del Estado de Veracruz.

Áreas de interés: Zoología, Biología de la conservación.

Ramírez Rodríguez María de Lourdes Araceli

Institución: Facultad de Biología, Universidad Veracruzana (UV)

Departamento: Laboratorio de Ficología

Contacto: Circuito Aguirre Beltrán s/n. Zona Universitaria, Xalapa, Veracruz marilu513@hotmail.com

Síntesis CV: Egresada de la Facultad de Biología de la UV en 1973 con la tesis: Contribución al conocimiento de las algas marinas del

litoral rocoso de Villa Rica, Ver. Profesora de tiempo completo de la Facultad de Biología desde 1977, impartiendo cursos de Algas. Profesor Investigador de la ENCB del IPN 1980-1992. Maestría en Ciencias (Biología) en la Universidad Nacional Autónoma de México en 1996 con la tesis: El género *Laurencia lamouroux* (Rhodophyta) en el estado de Veracruz, México. Con investigaciones en ficología del estado de Veracruz. Con participaciones en congresos con las ponencias: Las algas marinas de las escolleras de Veracruz. Algas Marinas de Mocambo, Rhodophyta de México.

Áreas de interés: Ficología.

Ramos-Elorduy Blásquez Julieta

Institución: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (IB-UNAM).

Departamento: Zoología

Contacto: 3er. Circuito exterior s/n, Ciudad Universitaria, Copilco. C.P. 04510. México, Distrito Federal. relorduy@ibiologia.unam.mx

Síntesis CV: Doctor en Biología Universidad la Sorbonne de París, Francia, Investigador Titular "B" de TC, pertenece al Sistema Nacional de Investigadores nivel II. Premios Juana de Asbaje y Martín de la Cruz. Ha realizado 32 estancias posdoctorales en el extranjero, formado 40 grupos de trabajo y obtenido 154 distinciones. Ha publicado 74 artículos científicos, 57 capítulos de libros y 6 libros, ambos tanto nacionales como internacionales. Sus trabajos han tenido 526 citas y en internet 1316. Ha obtenido 6 derechos de autor y 3 patentes, impartido 76 cursos de posgrado, dirigido 76 tesis, evaluado 143 trabajos científicos (proyectos, artículos, etc.), realizado 454 asesorías. Tiene 42 artículos de divulgación científica y 198 en periódicos y revistas.

Áreas de interés: Entomología, Nutrición, Etnología, Medicina tradicional, Química.

Reyes Castillo Pedro

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec núm. 351. Congregación El Haya.C.P. 91070. Xalapa, Veracruz. pedro.reyes@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Biólogo y Maestro en Ciencias de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional; Doctor en Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma Metropolitana. Tiene publicados más de 150 artículos, notas, capítulos de libro y libros sobre la taxonomía y la historia natural de Passalidae, Lucanidae y otros grupos de insectos, así como sobre conservación de la naturaleza. Es miembro fundador (1974) e investigador titular del Instituto de Ecología, A.C. Perteneció al Sistema Nacional de Investigadores y es miembro de la Academia Mexicana de Ciencias. Es editor desde 1984 de *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*. Ha dirigido tesis de licenciatura y maestría.

Áreas de interés: Taxonomía de Coleoptera Passalidae neotropicales, Biogeografía de Mesoamérica: áreas de endemismo, Biodiversidad de Passalidae en montañas americanas, Historia natural de Passalidae en bosques tropicales.

Rivera Héctor Oliva

Institución: Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Veracruzana.

Contacto: Km. 1 carretera Peñuela-Amatlán de los Reyes, Colonia, Peñuela, Peñuela, Veracruz. hongoliva@hotmail.com

Áreas de interés: Botánica, Taxonomía y florística, Sistemática, Ecología de plantas vasculares, Plantas parásitas.

Rodríguez Guzmán María del Pilar

Institución: Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

Departamento: Programa de Fitopatología

Contacto: Km. 36.5 Carretera México Texcoco, Montecillo, Edo. de México. pilarrg@colpos.mx

Síntesis CV: Profesora Investigadora del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Bióloga, Fac. de Ciencias, UNAM; Maestría en Fitopatología, Colegio de Postgraduados; Ph.D. in Botanical Sciences (Plant Pathology), University of Hawai. Líneas de investigación: Epidemiología y Ecología de Patosistemas, con énfasis en: *a)* dinámica espacio temporal de hongos fitopatógenos de las raíces, virus fitopatógenos e insectos vectores de virus, *b)* evaluación cuantitativa de pérdidas en producción/fenología de cultivos, *c)* interacciones poblacionales hospedantes-patógenos y enemigos naturales (reguladores) de fitopatógenos. 15 años de experiencia en docencia, programa de fitopatología.

Áreas de interés: Epidemiología y ecología de patosistemas con énfasis en dinámica espacio temporal de hongos fitopatógenos de las raíces, evaluación cuantitativa de pérdidas en producción/fenología de cultivos, interacciones poblacionales hospedantes patógenos.

Rodríguez Herrero Pedro Hipólito

Institución: Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS), Unidad Golfo (Veracruz)

Contacto: Laureles núm. 131, Col. Jacarandas, Xalapa, Veracruz. hipolito@ciesas-golfo.edu.mx

Síntesis CV: Licenciado en Economía de la Universidad Nacional Autónoma de México. Sus estudios de maestría los realizó en la Universidad de Toulouse Le Mirail, Francia, en el Programa de Estudios Latinoamericanos con especialidad en Historia Urbana. Doctorado en Ciencias Sociales, con especialidad en Antropología Social en la Universidad Guadalajara-CIESAS Occidente. Fue Asociado del Programa de Estudios Avanzados en Desarrollo Sustentable y Medio Ambiente (LEAD-México). Profesor Investigador de tiempo completo en el CIESAS-Golfo desde 1989. Del 2001 al 2005 fue coordinador del CIESAS-Golfo. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel I, desde 1994.

Áreas de interés: Ambiente y sociedad, Antropología Económica, Desarrollo sustentable, Desarrollo regional y urbano, Pobreza y políticas públicas, Historia ambiental, Calentamiento climático global.

Rojas Fernández Patricia

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Biología de Suelos

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz. patricia.rojas@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Candidata a Doctor por la Facultad de Ciencias de la UNAM, ha estudiado durante más de 20 años la diversidad de hormigas de México. Ha publicado 25 trabajos científicos sobre la fauna edáfica, con énfasis en los ingenieros del ecosistema. Gran parte de su trabajo lo ha dedicado a la formación e incremento de la colección de hormigas de México del Departamento Biología de Suelos del Inecol y a la formación de recursos humanos. Participa desde hace 10 años en el posgrado del Inecol.

Áreas de interés: Diversidad y ecología de hormigas (Hymenoptera: Formicidae), Monitoreo ecológico mediante las hormigas.

Rojas Gómez César Vicente

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz. cesar.rojas@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Biólogo de la Universidad Veracruzana, campus Córdoba (2000). Técnico académico de tiempo completo en el Inecol desde 1997. Ha participado en 10 proyectos de investigación apoyados por el Conacyt y la Conabio. Autor o coautor de 7 publicaciones de investigación y de divulgación. Campo de trabajo: Ecología y comportamiento de avispas parasitoides de gorgojos del frijol. Bases de datos asociadas a colecciones de coleópteros lamelicornios americanos.

Áreas de interés: Escarabajos, Gorgojos, Parasitoides, Ecología, Bases de datos.

Romero Nápoles Jesús

Institución: Colegio de Postgraduados (Colpos)

Departamento: Instituto de Fitosanidad

Contacto: Km. 36.5 Carretera México Texcoco, Montecillo, Estado de México. C.P. 56230. jnapoles@colpos.mx

Síntesis CV: Ha impartido 32 cursos en postgrado. Actualmente es profesor de los cursos de Taxonomía y Entomología Sistemática; miembro del Sistema Nacional de Investigadores (nivel II). Es curador de la Colección Entomológica del Instituto de Fitosanidad (CEAM). Ha publicado 71 documentos cortos en congresos nacionales e internacionales; 63 publicaciones en revistas nacionales e internacionales; 20 publicaciones en libros y/o capítulos; ha impartido 73 conferencias; asesor o director en tesis de diferentes niveles: 60. Área de investigación: en los últimos 15 años ha estado trabajando sobre la sistemática de la familia Bruchidae (Insecta: Coleoptera: Brachidae).

Áreas de interés: Sistemática de Bruchidae (Insecta-Coleoptera), Bases de datos.

Ros Torres Ana Victoria

Institución: Consultora independiente

Síntesis CV: Bióloga, egresada de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, está dedicada a la ecología. Ha participado en evaluaciones de impacto ambiental, en la asesoría y elaboración de programas operativos de áreas naturales protegidas a nivel federal y en la evaluación de proyectos del PACMIC. Participó en los talleres de consulta para la creación del programa estatal de medio ambiente. Trabajó como maestra a nivel de licenciatura en el Instituto de Ciencias y Artes de Chiapas. Ha dirigido una tesis de licenciatura. Trabajó en el área de comunicación social de LICONSA y como reportera de la revista *La Leche*. Ha participado en varios congresos.

Áreas de interés: Ecología.

Ruiz Bello Romeo

Institución: Universidad Veracruzana, Xalapa

Contacto: Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n. Zona Universitaria C.P. 91090. Xalapa, Veracruz. roruiz@uv.mx

Síntesis CV: Egresado ENA, Chapingo, México. Realizó estudios de posgrado; Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Chapingo y Maestría en suelos, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz. Doctorado en Ciencias en el Programa de Manejo de Agroecosistemas Tropicales, Campus Veracruz, Colegio de Postgraduados. Profesor Titular "B", Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz. Licenciatura de Ingeniero Agrónomo. Especialización en Fruticultura Tropical Sustentable, docente en Agroecología de frutales tropicales y de Nutrición de frutales tropicales. Labora como ingeniero agrónomo investigador.

Áreas de interés: Agronomía, Uso y manejo de recursos naturales, Suelo y agua, Nutrición vegetal, Fertilidad y conservación de suelos.

Ruiz Cancino Enrique

Institución: Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT).

Contacto: Matamoros 8 y 9 Zona Centro CP. 87100 Cd. Victoria, Tamaulipas eruiz@uat.edu.mx

Áreas de interés: Taxonomía de Hymenoptera Sanidad Vegetal.

Ruiz Rosado Octavio

Institución: Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz

Contacto: octavior@colpos.mx

Síntesis CV: Doctorado del Colegio Imperial de la Universidad de Londres, Maestría en la Universidad de California en Santa Cruz y la licenciatura del Colegio Superior de Agricultura Tropical. Profesor Investigador del Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Ha participado en cursos del postgrado en Agroecosistemas Tropicales del Campus Veracruz: Introducción al Estudio de los Agroecosistemas, Métodos de Análisis de Agroecosistemas, Estudio de Caso de Agroecosistemas. En el postgrado en Producción Agroalimentaria para el Trópico del Campus Tabasco participa como profesor en el curso Producción Sustentable. Ha participado en eventos nacionales e internacionales con sus respectivas publicaciones.

Áreas de interés: Indicadores para el manejo integral de cuencas hidrológicas, Agroecología, Agroecosistemas sustentables.

Salgado Maldonado Guillermo

Institución: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (IB-UNAM).

Departamento: Departamento de Zoología

Contacto: 3er circuito exterior, Copilco. C.P. 04510. México, Distrito Federal. gsalgado@ibiologia.unam.mx

Síntesis CV: Biólogo, Maestro en Ciencias y Doctor en Ciencias Biológicas. Investigador Titular "C" UNAM, Instituto de Biología. Profesor Definitivo, Facultad de Ciencias. SNI II. Trabajos científicos publicados en revistas indizadas: 92. Docencia: licenciatura y posgrado. Áreas de interés: parasitología, helmintología, parásitos de animales silvestres en especial peces de agua dulce, taxonomía, ecología, biogeografía, especies introducidas, México.

Áreas de interés: Parasitología de animales silvestres, Helmintos parásitos de peces Taxonomía, Biogeografía, Ecología.

Salmones Blásquez Dulce María

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Unidad de Micología

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec, núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz. dulce.salmones@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Doctorado en Ciencias de los Alimentos (Instituto Tecnológico de Veracruz, 2005). Investigadora del Inecol (1989 a la fecha). Investigadora estatal por el Covecyt (2007-2009). Investigadora del SNI, nivel I (2009-2011). Editora asociada de la *Revista Mexicana de Micología*. Responsable del Cepario de Hongos del Inecol. Estancias de trabajo en el INRA (Francia), ICIDCA (Cuba) y UNACHI (Panamá). Ha publicado 2 libros: *El cultivo de los hongos comestibles* y *Manual práctico del cultivo de setas*, 32 artículos arbitrados, 9 capítulos de libros y 2 memorias en extenso. Ha impartido conferencias, cursos y participado en proyectos sobre el cultivo de hongos comestibles.

Áreas de interés: Cultivo de hongos, Biodiversidad de hongos comestibles, Manejo de recursos, Genética de hongos comestibles, Fisiología de hongos comestibles.

Sánchez Galván Gloria

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.

gloria.sanchez@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Es egresada de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Veracruzana y Maestra en Ciencias en Biotecnología por el Instituto Tecnológico de Veracruz. Es Investigadora Asociada de la Unidad de Biotecnología Ambiental y ha participado en 16 proyectos de investigación. Ha publicado artículos científicos en revistas indizadas y en revistas nacionales, así como capítulos de libros. También ha sido editora y compiladora de libros. Ha generado artículos de divulgación y manuales sobre compostaje de residuos domésticos y agroindustriales.

Áreas de interés: Biotecnología ambiental, Manejo de recursos, Fuentes alternas de energía, Producción más limpia, Desarrollo sustentable.

Sánchez Ríos Gloria

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Contacto: Km. 2.5 carretera antigua a Coatepec, núm. 351, Col. El Haya, Cd. Xalapa, Ver. gloria.sanchez@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Es egresada de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Veracruzana y es Maestra en Ciencias en Biotecnología por el Instituto Tecnológico de Veracruz. Es Investigadora Asociada de la Unidad de Biotecnología Ambiental y ha participado en 16 proyectos de investigación. Ha publicado artículos científicos en revistas indizadas y en revistas nacionales, así como capítulos de libros. También ha sido editora y compiladora de libros. Ha generado artículos de divulgación y manuales sobre compostaje de residuos domésticos y agroindustriales.

Áreas de interés: Biotecnología ambiental, Manejo de recursos, Fuentes alternas de energía, Producción más limpia, Desarrollo sustentable .

Sánchez Ríos Graciela

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Ecología Funcional

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec, núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz. graciela.sanchez@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Licenciatura y Maestría en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. 7 artículos arbitrados en revistas indexadas sobre ecología del paisaje fragmentado en selvas tropicales. 8 capítulos de libro y edición de libro sobre la región de Los Tuxlas. 3 artículos de divulgación. Capacitación y supervisión de 15 técnicos de investigación.

Áreas de interés: Ecología vegetal, Ecología de sistemas tropicales, Conservación y restauración, Ecología del paisaje de sistemas fragmentados, elvas altas y humedales.

Sánchez Velásquez Lázaro Rafael

Institución: Universidad Veracruzana (UV)

Departamento: Instituto de Biotecnología y Ecología aplicada

Contacto: Av. de las Culturas Veracruzananas núm. 101, Col. Emiliano Zapata. C.P. 91090. Xalapa, Veracruz. lasanchez@uv.mx

Síntesis CV: Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (Nivel 1). Investigador y Director Fundador del Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada (Inbioteca) y encargado de la Dirección del Instituto de Genética Forestal de la Universidad Veracruzana. Doctor egresado de la Universidad Nacional Autónoma de México, Maestro en Ciencias egresado del Colegio de Postgraduados y Licenciatura en Biología de la Universidad Veracruzana. Con veintiséis años de experiencia en investigación y docencia sobre Ecología Forestal y Conservación de la Biodiversidad. Es autor y coautor de 4 libros, 7 capítulos de libro, 9 artículos de difusión y cerca de 30 artículos científicos.

Áreas de interés: Sucesión forestal, Demografía, Conservación, Ecología de disturbios, Restauración.

Sandoval Ruiz César Antonio

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
cesar.sandoval@posgrado.inecol.edu.mx

Síntesis CV: Licenciado en Biología por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), Maestro en Ciencias (Sistemática) por el Instituto de Ecología, A. C. (Inecol). Actualmente estudia el Doctorado en Ciencias en el Inecol. Ha publicado tres artículos en revistas arbitradas internacionales, impartido conferencias sobre Artrópodos de importancia médica, Simúlidos (chaquistes), Triatominos (chinchas hociconas). Participó en proyectos de investigación sobre flora y fauna del río Apulco (Invertebrados), Salud ambiental y humana en municipios del estado de Puebla; actualmente participa en el proyecto "Estratificación de tres enfermedades prioritarias con base en sus insectos vectores en el estado de Veracruz".

Áreas de interés: Sistemática, Entomología médica, Ecología, Modelado del Nicho Ecológico, Biogeografía.

Sedas Larios Elisa Enriqueta de Jesús

Institución: Consultora jurídica ambiental independiente

Contacto: Calle Zafiro núm. 8 "B". Fraccionamiento Bugambilias. Xalapa, Veracruz. elisasedas@hotmail.com

Síntesis CV: Maestra en Política, Gestión y Derecho Ambientales por la Universidad Anáhuac, Especialista en Derecho Ambiental Internacional por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Especialista en materia judicial federal por el Instituto de la Judicatura Federal de la Suprema Corte de Justicia de la Nación, Extensión Xalapa y Especialista en Derecho de la Unión Europea por la Universidad de Castilla La Mancha. Toledo, España. Cuenta con un Diplomado en Derecho Constitucional y Amparo por el Instituto de Investigaciones Jurídicas de la Universidad Veracruzana y la Licenciatura en Derecho por la Universidad de Xalapa.

Áreas de interés: Estudios jurídicos y políticas públicas en el área de desarrollo sustentable en agenda verde, Estudios jurídicos comparados en el manejo y responsabilidad sobre residuos en agenda gris.

Serrano Arturo

Institución: Universidad Veracruzana (UV)

Departamento: Mamíferos marinos

Contacto: Km. 7.5 Carretera Tuxpan-Tampico. Col. Universitaria. Tuxpan, Veracruz. arserrano@uv.mx

Síntesis CV: Biólogo de la Universidad Nacional Autónoma de México. Realizó su Maestría en Biología en la Memorial University of Newfoundland, y el Doctorado en Ecología Marina, en la University of New Brunswick (Canadá). Fue asesor en monitoreo acústico, patrones de movimientos y comportamiento de la ballena franca, así como en censos de mamíferos marinos y rescate de ballenas atrapadas en redes en Cape Cod, Massachusetts y en la Bahía de Fundy, Canadá. Actualmente es Profesor de Tiempo Completo y Director del Laboratorio de Mamíferos Marinos en la Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana en Tuxpan, Veracruz.

Áreas de interés: Mamíferos marinos, Conservación, Ecología conductual, Acústica, Monitoreo Ambiental.

Solís Marín Francisco Alonso

Institución: Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICML), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Departamento: Sistemas Oceánicos y Costeros

Contacto: Circuito Exterior s/n, Copilco. C.P. 04510. México, Distrito Federal. fasolis@icmyl.unam.mx

Síntesis CV: 33 artículos científicos publicados en revistas indexadas; 10 artículos científicos aprobados para su publicación en revistas indexadas; 6 capítulos de libro; 11 artículos de divulgación; 4 libros y/o manuales; 1 reseña de libro; 67 trabajos presentados en foros nacionales y 29 en foros internacionales; dirección de tesis: 12 tesis terminadas (11 de licenciatura y 1 de maestría), 9 en proceso (6 de licenciatura y 3 de maestría).

Áreas de interés: Taxonomía Alfa y Molecular de Equinodermos, Ecología de Equinodermos, Equinodermos de mar profundo.

Solís Montero Lislie

Institución: Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México.

Contacto: Circuito exterior s/n anexo al Jardín Botánico Exterior, Ciudad Universitaria, México, C.P. 04510. lisliesol@yahoo.com

Síntesis CV: Tiene experiencia en el estudio de las angiospermas abordando desde cuestiones de estructura y diversidad hasta temas de evolución, ecología y conservación de las angiospermas en México. Ha desarrollado proyectos de investigación científica (en UDLA-P, Ecosur y UNAM) cuyos resultados ha presentado en congresos nacionales e internacionales, así como en artículos científicos en revistas de alto impacto internacional (*Conservation Biology*, 2005). Aunado a su experiencia en la docencia (Facultad de Ciencias, UNAM) y su interés por la difusión de la ciencia a los niños (Programa Pauta, adopta un talento).

Áreas de interés: Evolución de sistemas reproductivos en angiospermas, Ecología de epífitas, Conservación de angiospermas, Interacción planta-polinizador, Anatomía floral.

Sormani Carlo

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol).

Departamento: Biología de Suelos

Contacto: Km. 2.5 carretera antigua a Coatepec núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
sormanihc@yahoo.com.mx

Síntesis CV: Biólogo egresado de la Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológico-Agropecuarias (Xalapa, Veracruz), realizó su tesis de Licenciatura con el tema "La riqueza de cucarachas (Insecta: Blattaria) del suelo en tres localidades de un gradiente altitudinal del estado de Veracruz, México". Actualmente trabaja como Técnico Auxiliar en el Departamento de Entomología Aplicada, Instituto de Ecología A.C., y se desempeña como Asesor de Control Biológico para Cucarachas.

Áreas de interés: Taxonomía y Ecología de Cucarachas.

Sosa Fernández Vinicio

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Red de Ecología Funcional.

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
vinicio.sosa@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Biólogo de la Universidad Nacional Autónoma de México y doctor de la University of Miami. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Sus líneas de investigación: conservación de la biodiversidad en agrosistemas y en paisajes fragmentados; mutualismos entre cactus y vertebrados. Ha publicado más de 25 artículos o capítulos de libro y dirigido cuatro tesis de licenciatura, cuatro de maestría y una de doctorado. Ha impartido cursos de Ecología General y de Estadística Avanzada en licenciatura y posgrado. Asimismo, ha coordinado o participado en más de 15 proyectos de servicios al sector público y privado, relacionados con el impacto ambiental de obras de desarrollo. Es editor asociado de *Acta Zoológica Mexicana*.

Áreas de interés: Conservación, Mamíferos, Aves, Mutualismo, Ecología.

Sosa Ortega Victoria

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Biología Evolutiva

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
victoria.sosa@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Recibió su PhD de la Universidad de California, Berkeley. Perteneció al Sistema Nacional de Investigadores. Actualmente es investigadora titular del Departamento de Biología Evolutiva del Instituto de Ecología, A. C. Ha fungido como editora de la *Flora de Veracruz*. Ha sido presidenta de la Sociedad Botánica de México, A. C. Actualmente forma parte del Comité Directivo de la Red Latinoamericana de Botánica y es editora del *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. Ha publicado alrededor de 47 artículos arbitrados, cerca de 15 capítulos de libro y libros y 20 artículos de enseñanza, divulgación y notas taxonómicas. Ha dirigido 5 tesis de doctorado y 10 de licenciatura.

Áreas de interés: Sistemática y patrones biogeográficos flora endémica de México, Sistemática de taxa en la tribu Epidendreae (Orchidaceae), Filogeografía de taxa del bosque mesófilo, Código de barras genético y conservación de la flora mexicana.

Soto Esparza Margarita

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Ecología Aplicada

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec, núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
margarita.soto@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Bióloga. Cursó sus estudios de licenciatura, maestría y doctorado en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. También ha realizado diplomados en Desarrollo Regional (UNAM) y en Administración, Fortalecimiento y Procuración de Fondos para organizaciones de la Sociedad Civil (PROCURA y Universidad de Indiana). Profesora titular de los cursos de Climatología (UNAM) y Bioclimatología (UV). Desde 1989 es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel I. Sus investigaciones se han realizado dentro del campo de la climatología del estado.

Áreas de interés: Bioclimatología y Diagnóstico regional.

Soto Estrada Alejandra

Institución: Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz

Soto Galera Eduardo

Institución: Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (ENCB-IPN)

Departamento: Laboratorio de Ictiología y Limnología

Contacto: Prolongación de Carpio y Plan de Ayala s/n. Casco de Santo Tomás. C.P. 11340. México. egalera@ipn.mx

Síntesis CV: Licenciatura en Biología en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN (1982-1987). Realizó su Maestría en Ecología en la misma institución (1990-1993). Profesor Titular "B" Depto. de Zoología y del Posgrado en Biociencias de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. 20 años de antigüedad como curador de la Colección Nacional de Peces Dulceacuícolas Mexicanos de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Ha dirigido 15 proyectos de investigación financiados por diferentes instituciones (Conabio, FMCN, Conacyt, IMTA, Semarnat). Ha tenido 40 ponencias en congresos nacionales, 15 presentaciones en congresos internacionales, 22 publicaciones y ha dirigido 14 tesis de licenciatura y 5 de maestría.

Áreas de interés: Biología de peces, Ecología de comunidades, Limnología, Indicadores biológicos de deterioro ambiental.

Tejeda Martínez Adalberto

Institución: Universidad Veracruzana

Contacto: Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán, Zona Universitaria, Xalapa, Veracruz. atejeda@uv.mx

Síntesis CV: Licenciado en Ciencias Atmosféricas (UV, 1983), Especialización en Saneamiento Ambiental (República Federal de Alemania, 1984), Maestría en Geofísica (UNAM, 1992) y Doctorado en Geografía (UNAM, 1996). Colabora con la Universidad de Barcelona, la Universidad Politécnica de Cataluña y el Centro de Ciencias Atmosféricas de la Universidad del Estado de Nueva York en Albany (EEUU), el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM en diversas de investigaciones, principalmente sobre climatología urbana, cambio climático global y bioclimatología humana. Asesor en climatología de la dispersión atmosférica de la Planta Nucleoeléctrica de Laguna Verde (1995 a 2003) y de la Comisión Federal de Electricidad.

Áreas de interés: Climatología aplicada.

Tejero Díez J. Daniel

Institución: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)-FES Iztacala.

Departamento: Laboratorio de Botánica

Contacto: Av. de los Barrios núm. 1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México. C.P. 54090. tejero@servidor.unam.mx

Síntesis CV: Profesor titular C con 30 años dedicado a la docencia e investigación. Al menos 25 estudios relacionados con rasgos biológicos para formar la manifestación de impacto ambiental. Cuenta con 3 libros publicados (2 de texto y 1 de investigación), 6 capítulos en libros (3 publicados, 2 en prensa y 1 enviado-aceptado). Dos artículos en revistas mexicanas nacionales, 10 en mexicanas internacionales, 2 en extranjeras y 1 en electrónicas extranjeras (Impacto= 28 citas captadas).

Áreas de interés: Botánica, Ecología, Taxonomía, Pteridobiontes.

Torres Díaz Alin N.

Institución: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)-FES Iztacala

Departamento: Laboratorio de Botánica

Contacto: Av. de los Barrios núm. 1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México. C.P. 54090. alinmadeinchina@hotmail.com

Síntesis CV: Egresada de la carrera de Biología de la UNAM-FES Iztacala. Ha participado en proyectos de florística y vegetación desarrollados en el Laboratorio de Botánica de la carrera de Biología. Cuenta con dos trabajos publicados.

Áreas de interés: Botánica, Ecología, Florística.

Travieso Bello Ana Cecilia

Institución: Universidad Veracruzana

Contacto: Av. Xalapa s/n. Col. Obrero Campesino. Xalapa, Veracruz.
anaceciliatravieso@yahoo.com.mx

Síntesis CV: Licenciada en Biología, con maestría y doctorado en Ecología y Manejo de Recursos Naturales, profesor Titular "C" de tiempo completo de la Licenciatura en Geografía en la Universidad Veracruzana y miembro del SNI. Imparte clases en licenciatura y posgrado. Responsable del cuerpo académico Investigaciones geográficas. Ha participado en 16 proyectos de investigación. Ha publicado 3 libros, 5 artículos en revistas arbitradas, 20 capítulos de libros, 5 memorias en extenso y 1 informe técnico. Ha dirigido 25 tesis. Recibió un reconocimiento del rector de la UV por su excelente desempeño como docente.

Áreas de interés: Ecología, Manejo de recursos naturales, Análisis de riesgos ambientales, Ordenamiento ecológico.

Trejo Aguilar Dora

Institución: Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz

Departamento: Biotecnología, Biodiversidad y Manejo de los Recursos Naturales

Contacto: Circuito Gonzálo Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria. C.P. 91090. Xalapa, Veracruz. doratrejo59@hotmail.com

Síntesis CV: Egresada de la Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana. Estudios de Maestría y Doctorado en la Universidad Nacional Autónoma de México. Docente de tiempo completo de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Veracruzana. Representante del Cuerpo Académico: Biotecnología, Biodiversidad y Manejo de los Recursos Naturales. Presidenta de la Sociedad Mexicana de la Simbiosis Micorrízica durante el periodo 2000-2005. Miembro del comité editorial de las revistas *La Ciencia y el Hombre* y *Revista Mexicana de Micología*. Miembro Nacional del Registro Conacyt de Evaluadores Acreditados (Recea).

Áreas de interés: Ecología de hongos micorrizógenos arbusculares.

Turrent Fernández Antonio

Institución: Instituto de Recursos Naturales del Colegio de Postgraduados (IRENAT-Colpos)

Departamento: Edafología

Contacto: Km. 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, Estado de México. C.P. 56180. turren1@colpos.mx

Síntesis CV: Doctor of Philosophy Mayo 1968, Iowa State University EEUU. Maestría en Ciencias Agrícolas-Edafología Septiembre, 1962, Colegio de Postgraduados México. Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia, Enero, 1960, Universidad Autónoma de Chapingo México. Ha dirigido 2 tesis de maestría y 2 de doctorado. Cuenta con 5 libros y 5 capítulos de libros.

Áreas de interés: Generación de tecnologías de producción para la agricultura tradicional, Tecnologías alternas potenciales para la agricultura de ladera.

Uribe Gómez Sergio

Institución: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)

Departamento: Dirección Regional Golfo Centro

Contacto: Calle Ocampo núm. 234, despacho 313. Col. Centro. C.P. 91700. Veracruz, Veracruz. uribe.sergio@inifap.gob.mx

Valencia Díaz Susana

Institución: Centro de Desarrollo de Productos Bióticos (Ceprobi) del Instituto Politécnico Nacional

Contacto: Km. 8.5 Carretera Yautepec-Jojutla s/n. Col. San Isidro, Yautepec, Morelos. svalenciad0600@ipn.mx

Síntesis CV: Egresada de la Universidad de Guadalajara, donde obtuvo el grado de Licenciada en Biología. Además estudió la Especialización en Métodos Estadísticos en la Universidad Veracruzana. El grado de Maestra en Ciencias en Ecología y Manejo de Recursos Naturales lo obtuvo en el Instituto de Ecología, A. C. en Xalapa, Veracruz. Ha publicado 4 artículos, 3 publicados en revistas indizadas y 1 en una revista local de difusión. Actualmente se encuentra estudiando el doctorado en el Centro de Desarrollo de Productos Bióticos del Instituto Politécnico Nacional.

Áreas de interés: Interacciones alelopáticas, Ecología de la germinación, Efectos maternos en plantas.

Varela Fregoso Lucía

Institución: Hongos y Derivados S. A. de C.V.

Contacto: Acueducto Molino del Rey Manzana A, Lote 20. San Juan Totoltepec, Naucalpan de Juárez, Estado de México. C.P. 53270.

lvarela@ipn.mx

Síntesis CV: Bióloga, egresada de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional. Cursó la Maestría y el Doctorado en Ciencias en la misma escuela, en donde se desempeñó como Profesor Titular C durante 31 años; impartiendo diversos cursos entre los que destacan Micología, Ecología microbiana y Microbiología del suelo. Actualmente realiza diversos trabajos relacionados con el control de calidad de productos microbiológicos, especialmente los elaborados con hongos micorrizógenos y entomopatógenos.

Áreas de interés: Taxonomía, Ecología de hongos micorrizógenos arbusculares.

Vargas Fernández Isabel

Institución: Museo de Zoología, Depto. Biol. Evolutiva, Facultad de Ciencias, UNAM

Departamento: Biología Evolutiva

Contacto: Circuito exterior s/n, Ciudad Universitaria, Copilco. C.P. 04510. México, Distrito Federal. Apdo. Postal 70-399.

ivf@hp.fcencias.unam.mx

Síntesis CV: Técnica Titular del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias de la UNAM, donde labora desde hace 20 años. A la fecha tiene publicados 40 trabajos de investigación sobre Lepidoptera, 11 de ellos en revistas internacionales especializadas. Ha realizado 7 estancias de investigación: 5 en museos estadounidenses, uno sudamericano y otro europeo. Desde 1996 colabora como coordinadora de la Zona 11 (Mexico & the Caribbean Islands) de la sección Season Summary del News of the Lepidopterists' Society.

Áreas de interés: Lepidopterología, Sistemática, Biogeografía.

Vásquez Reyes Víctor Manuel

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec, núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz. vicvasmx@yahoo.com

Síntesis CV: Químico Farmacobiólogo de la UV (1990); Especialidad en Diagnóstico y Gestión Ambiental Fac. IQ, UV (1993); Maestría en Ciencias (Ecología y Manejo de Recursos Naturales) Inecol (2001). Especialista en Hidráulica, Conagua (1991-1998), Catedrático en los posgrados Fac. IQ y UV (2002-2009); técnico en el Inecol (2001-2009). Especialidad en Ecología de Manglares y Procesos Costeros. Publicaciones: coautor en 2004 de Facilitative interactions on Coastal Dune in response to seasonal weather fluctuations and benefactor size, *Ecoscience* 11(4):390-398; autor en 2006 de *Funciones de la Comisión Nacional de Agua en la Zona Costera y Funciones de los Consejos*. COEPA-GEV-Inecol, Xalapa, Ver.

Áreas de interés: Ecología de manglares, Ciclos biogeoquímicos de nutrientes en humedales, Fisiología de manglares, Factores controladores de procesos costeros y Respuesta de los ecosistemas a los impactos naturales y antropicos.

Vázquez Domínguez Guillermo

Institución: Universidad Veracruzana-Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada (Inbioteca)

Contacto: Av. Culturas Veracruzananas núm. 101, Col. Emiliano Zapata. C.P. 91090. Xalapa, Veracruz. vazquezdg@gmail.com

Síntesis CV: Biólogo por la Universidad Veracruzana. Ha participado como ponente en reuniones nacionales e internacionales rela-

cionadas con la ecología, manejo y conservación de mamíferos de México y su hábitat. Es autor y coautor de artículos en revistas indexadas y de divulgación, así como capítulos de libro relacionados con la ecología de murciélagos en selvas fragmentadas y sobre los efectos del cambio climático en la vegetación del estado de Veracruz. Desde 2005 es miembro activo de la Society for Conservation Biology. Actualmente colabora en un proyecto que evalúa los efectos de la fragmentación del hábitat y el aislamiento poblacional sobre la diversidad genética de murciélagos.

Áreas de interés: Ecología, manejo y conservación de vertebrados terrestres, Fragmentación del paisaje, Biología de la conservación, Ecología del dosel, Cambio climático.

Vázquez Gabriela

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Ecología Funcional

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
gabriela.vazquez@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Es Investigadora Titular B del Instituto de Ecología, A.C. Es autora de 20 artículos y 9 capítulos de libro. Ha participado en 20 proyectos, tanto de ciencia básica (Conacyt, Conabio, Comisión Europea), como de vinculación (ordenamientos territoriales y estudios de impacto ambiental). Ha participado activamente en la formación de recursos humanos y en cursos de licenciatura y posgrado, tanto del Inecol, p como de otras instituciones.

Áreas de interés: Ecología de comunidades (fitoplancton y perifiton), Ecología de lagos volcánicos, Ecología de ríos tropicales, Ecología de sistemas costeros (dunas, lagunas costeras), Áreas de estudio: Ecología de sistemas acuáticos.

Vázquez Torres Santiago Mario

Institución: Instituto de Investigaciones Biológicas, UV.

Contacto: Av. Luis Castelazo Ayala s/n. Col. Industrial Ánimas. C.P. 91190. Xalapa, Veracruz. savazquez@uv.mx

Síntesis CV: Biólogo egresado de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México; Maestro en Ciencias (Botánica) por el Colegio de Postgraduados y Doctor en Ciencias Biológicas por la Universidad del País Vasco. Con una antigüedad de casi cuatro décadas al servicio de la enseñanza y la investigación en la Universidad Veracruzana. Su producción es de 8 libros, 60 artículos científicos y 50 de divulgación; decenas de conferencia en foros de especialistas a nivel internacional y nacional. Investigador honorario y Doctor Honoris Causa por la Universidad Federico II de Nápoles, Italia, institución con la que desde hace más de 25 años desarrolla investigaciones conjuntas

Áreas de interés: Biología Tropical, Botánica, Etnobotánica, Ecología de las selvas tropicales lluviosas.

Villalobos Hiriart José Luis

Institución: Colección Nacional de Crustáceos, Instituto de Biología, UNAM (IB-UNAM).

Departamento: Zoología

Contacto: 3er. Circuito exterior s/n, Ciudad Universitaria, Copilco. C.P. 04510. México, Distrito Federal. hiriart@servidor.unam.mx

Síntesis CV: Licenciatura, Maestría y Doctorado en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (1984, 2000 y 2005). Labora en el Instituto de Biología, UNAM, en la Colección Nacional de Crustáceos (CNCR). Fue Curador de la CNCR, Instituto de Biología, UNAM (1982-1994). Ha participado en 30 proyectos sobre el estudio de la carcinofauna mexicana. Profesor de asignatura en la Facultad de

Ciencias de la UNAM. Ha dirigido 11 tesis de licenciatura. Ha publicado 44 artículos, 4 libros y 12 capítulos de libro. Ha presentado 50 trabajos en reuniones nacionales e internacionales.

Áreas de interés: Sistemática de crustáceos decápodos de México, Biogeografía de crustáceos decápodos de México, Taxonomía de crustáceos decápodos de México.

Vogt Richard C.

Institución: Instituto Nacional de Pesquisas de la Amazônia (INPA)

Contacto: Av. André Araujo núm. 2936. Aleixo. Manaus, Brasil.
vogt@inpa.gov.br

Síntesis CV: PhD Univ. Wisconsin 1978, postdoc Carnegie Museum, 1978-1980. Historia Natural de Anfibios y Reptiles de Wisconsin 1981. Efecto de temperatura de incubación en la determinación del sexo en tortugas con J. J. Bull, Science 1979. De 1980 al 2000 fue Investigador Titular C, Estación de Biológica Tropical Los Tuxtlas, UNAM, estudiando ecología de reptiles y anfibios. A partir del 2000 al presente, es curador de reptiles y anfibios del Instituto Brasileño de Investigaciones Amazónicas (INPA) Manaus, Amazonas. Ahora estudia migraciones de tortugas con transmisores satelitales y comunicación vocal subacuática. Tiene más de 100 artículos científicos, capítulos de libros y 10 libros.

Áreas de interés: Tortugas, Ecología, Etología, Sono en tortugas, Determinación de sexo en tortugas.

Vovides Papalouka Andrew Peter

Institución: Instituto de Ecología, A.C. (Inecol)

Departamento: Biología Evolutiva de Cycadales

Contacto: Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec núm. 351. Congregación El Haya. C.P. 91070. Xalapa, Veracruz.
andrew.vovides@inecol.edu.mx

Síntesis CV: Licenciatura y Doctorado en la Universidad de Gales 1975 y 1988, respectivamente. Investigador Titular en Inireb 1976-1988, encargado y curador del Jardín Botánico Fco. J. Clavijero 1978-1981, Post-Doctoral; Fairchild Tropical Botanic Garden, Miami, 1989-1990. Investigador Titular Inecol y Curador del Jardín Botánico Fco. J. Clavijero 1990. Premio Estatal (Veracruz) Académico del Medio Ambiente 2003. Ha publicado un total de 98 artículos de investigación y 17 capítulos de libro. Ha dirigido 62 conferencias en congresos, 2 tesis doctorales, 6 de maestría y 9 de licenciatura.

Áreas de interés: Taxonomía vegetal.

Winfield Aguilar Ignacio Carlos

Institución: Facultad de Estudios Superiores Iztacala (FES-Iztacala), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Contacto: Avenida de los Barrios núm. 1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepan-tla, Estado de México. ignacioc@servidor.unam.mx

Síntesis CV: Especialista en crustáceos peracáridos, principalmente anfípodos marinos y estuarinos. Doctor en Ciencias (Biología Marina) con la publicación de seis libros, siete capítulos y cerca de 25 artículos científicos nacionales e internacionales. Colaborador en tres proyectos y responsable en dos proyectos más de investigación relacionados con crustáceos peracáridos marinos en sistemas arrecifales. Descriptor de cerca de 10 especies nuevas para la ciencia de anfípodos e isópodos marinos. Participación en un número importante de congresos nacionales e internacionales con tópicos relacionados con anfípodos, isópodos y tanaidáceos marinos y estuarinos.

Áreas de interés: Carcinología, Peracáridos, Taxonomía, Biodiversidad, Bioecología.

Zavaleta Lizárraga Leonel

Institución: Instituto de Neuroetología-Universidad Veracruzana

Contacto: Av. Luis Castelazo Ayala s/n. Col. Industrial Ánimas
C.P.91190. Xalapa, Veracruz. lzavaleta@uv.mx

Síntesis CV: Estudió la Licenciatura en la Facultad de Biología, región Xalapa, de la Universidad Veracruzana y Maestría en Ciencias con Especialidad en el Manejo de Recursos Marinos, por parte del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional (La Paz, B.C.S.). Desde 1996 se ha dedicado a fomentar el estudio y conservación de los mamíferos marinos en Veracruz, así como de tortugas marinas. Apoyo de investigación en proyectos relacionados con la ecología poblacional del lobo marino de California, lobo marino de Galápagos, lobo fino austral, además de diseñar y desarrollar diversos proyectos de evaluación de las actividades petroleras en zonas críticas.

Áreas de interés: Biología de la conservación, Biología marina, Ecología de mamíferos y reptiles, Oceanografía biológica, Oceanografía Física.

Zúñiga González José Luis

Institución: Gerencia Regional IX Golfo Norte de la Comisión Nacional Forestal (Conafor)

Contacto: Km. 5.5 Boulevard Xalapa-Banderilla s/n. Banderilla, Veracruz. jlzuñiga@conafor.gob.mx.

Síntesis CV: Ingeniero Agrónomo Fitotecnista por parte de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Experiencia profesional de 27 años en investigación y operación de sistemas de producción agropecuaria forestal y conservación de suelos y agua. Con 40 trabajos científicos, técnicos y divulgativos en foros nacionales e internacionales.

Áreas de interés: Manejo forestal, Servicios ambientales, Conservación de suelos, Conservación de agua.

Veracruz



SEDEMA
SECRETARÍA DE MEDIO
AMBIENTE



Universidad Veracruzana



INSTITUTO DE ECOLOGÍA, A.C.
INECOL



aecid
Agencia Española
de Cooperación
Internacional
para el Desarrollo

ISBN: 978-607-7607-51-9



9 786077 607519